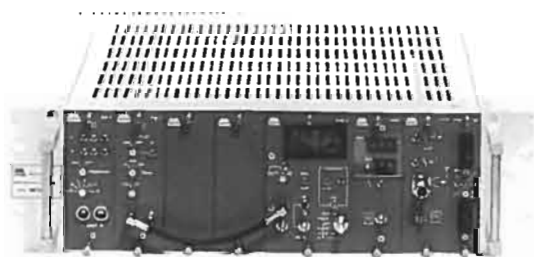
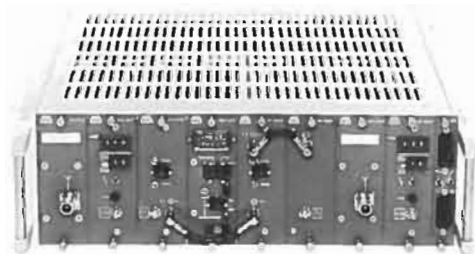
Spedizione in abbonamento postale gruppo IV/70, N. 1 - 1° sem. 1993

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

ANNO XLII NUMERO 1 - 1993 — EDIZIONI NUOVA ERI - Via Arsenale, 41 - TORINO — L. 8000

Active-Shield

Le applicazioni dei materiali superconduttori (v. articolo a pag. 2)

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
GIANFRANCO BARBIERI

COMITATO DIRETTIVO
M. AGRESTI, F. ANGELI,
G. M. POLACCO, R. CAPRA

REDAZIONE
RENATO CAPRA
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

Concessionaria esclusiva della pubblicità:
SOC. PER LA PUBBLICITÀ IN ITALIA (SPI)
20121 MILANO - VIA MANZONI 37 - TEL. (02) 63131

Distribuzione per l'Italia:
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione Italiana Editori Giornali

Stampa: ILTE - Moncalieri (Torino)

Sommario: *pagina*

Le applicazioni dei materiali superconduttori (*S. Zanella*) 2

In questo articolo vengono illustrate la storia, le proprietà e le applicazioni più rilevanti dei superconduttori, di quei materiali cioè che possiedono proprietà elettriche e magnetiche notevoli, in quanto, a temperature sufficientemente basse (prossime allo zero assoluto), la loro resistenza elettrica e la loro permeabilità magnetica assumono valori praticamente nulli. Le difficoltà di utilizzazione, causate dalla necessità di opportuni apparati criogenici, si sono attenuate col tempo e la ricerca, anche se il superconduttore a temperatura ambiente è, per il momento, ancora una chimera.

L'evoluzione tecnologica della radio: prospettive dei servizi sul traffico (*G. Alberico, M. Cominetti, N. S. Tosoni*) 14

L'articolo illustra il progetto europeo Drive - Gemini alla cui definizione contribuisce attivamente la RAI, che intende promuovere, attraverso l'evoluzione tecnologica dei sistemi di radiodiffusione e dei ricevitori, tutte le applicazioni che consentano di trasmettere, e conseguentemente ricevere, informazioni sul traffico automobilistico. Un'ulteriore innovazione, oggetto di questo articolo, è indubbiamente rappresentata dal DAB, il sistema di diffusione audionumerica, sviluppato nell'ambito del progetto Eureka EU-147, che consentirà di ricevere, anche in automobile, una qualità audio paragonabile a quella dei compact disc, senza alcuna interferenza o disturbo.

Sistema automatizzato per misure di campo radioelettrico (*C. Mazzara, D. Spoto*) 20

Viene illustrato un sistema per la misura automatica dell'intensità di campo elettromagnetico nelle gamme VHF e UHF. Questo sistema, che consente di memorizzare i valori ottenuti e la loro elaborazione statistica, viene compiutamente analizzato sia nella versione da «centro fisso» che da «mezzo mobile».

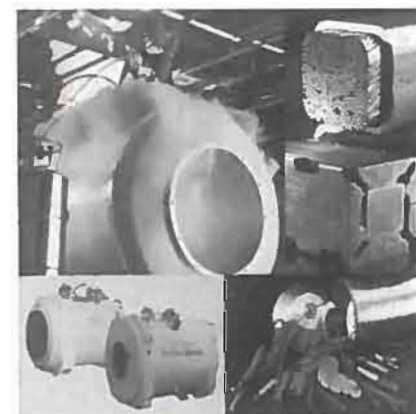
Monitoraggio di torri in ferro alte più di 150 metri (*S. Martinello*) 31

L'articolo è frutto di uno studio sperimentale e di una campagna di misure condotte sulle torri in ferro della RAI, alte più di 150 metri. Le motivazioni che hanno condotto al monitoraggio sono sostanzialmente due: le nuove normative, più restrittive, definite dal CNR, sulla valutazione delle forze prodotte dal vento sulle costruzioni; l'incremento dei carichi gravanti sulle torri, in conseguenza dell'installazione di grandi antenne paraboliche.

NOTIZIARIO:

Harmony - Sistemi integrati in tempo reale e Unix • Scheda per l'elaborazione del segnale della banda audio • Dispositivo PAL da 5 nanosecondi • Nuovo espandente per apparecchi refrigeranti 37
Temporizzazione per i servizi satellite IDR e IBS/SMS 38
Microprocessore Hobbit ATT92010 • Colorsync: l'architettura standard Apple per la corrispondenza del colore 39
CAD per l'elettronica • Materiali superconduttori: nuovi sviluppi • Le soluzioni per la città intelligente 40
Innovative soluzioni per la connettività delle reti LAN e WAN • Convertitore a due canali sincro/resolver - digitale programmabile 41
Macintosh duo, la soluzione desktop con i vantaggi di un notebook 42
Più tecnologie di processo con il multi-product wafer train service • Antenna a scatto per i telefoni in automobile 43

ATTIVITÀ INTERNAZIONALE nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva:

Organismi di normalizzazione 44
Seminario europeo sui progetti di televisione numerica (ESDT), presso l'UER • Tredicesima Riunione del Gruppo UER V3, CCETT 46
Conferenza Euteltracs 47

La copertina intende offrire una panoramica sulle applicazioni legate al fenomeno della superconduttività.
Da sinistra a destra e dall'alto in basso, le fotografie riproducono: un tecnico al lavoro durante un'operazione di trasferimento criogenico; particolari di superconduttori in Nb_3S_n e NbTi multifilamentari a flusso forzato e circondati da una guaina graffata; un esempio di apparati per sistemi di diagnostica biomedicale che sfruttano la risonanza magnetica e alcuni esempi di materiale superconduttivo fabbricato presso l'Oxford Superconductivity Technology (OST) New Jersey - USA.
Le fotografie sono tratte da un depliant illustrativo dell'OST.

UNA COPIA L. 8000 (ESTERO L. 15000)
COPIA ARRETRATA L. 15000 (ESTERO L. 15000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 20000 (ESTERO L. 40000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO-C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

LE APPLICAZIONI DEI MATERIALI SUPERCONDUTTORI

S. ZANNELLA*

SOMMARIO — I materiali superconduttori possiedono delle proprietà elettriche e magnetiche notevoli in quanto la resistenza elettrica e la permeabilità magnetica assumono valori praticamente nulli. Il loro utilizzo nella tecnologia tradizionale ed innovativa è però ostacolato dalla necessità di doverli raffreddare a temperature estremamente basse e prossime allo zero assoluto. Treni che sfrecciano ad oltre 500 km/h senza contatto con le rotaie, navi a propulsione idrodinamica, dispositivi elettronici sensibilissimi ed estremamente rapidi, supermagneti per diagnostica medica e ricerca scientifica, sono però già realtà mentre nel prossimo futuro si ipotizza di poter generare, trasportare e immagazzinare grandi quantità di energia elettrica senza dissipazione. La recente scoperta di nuovi materiali ceramici superconduttori funzionanti a temperature più elevate porterà ad una semplificazione degli apparati criogenici ed ad una diffusione molto più estesa delle tecnologie superconduttive. In questo articolo vengono illustrate la storia, le proprietà e le applicazioni più rilevanti dei materiali superconduttori.

SUMMARY — The vanishing of electrical resistance and the repulsion of magnetic fields are the key properties of superconducting materials when cooled at very low temperatures close to the absolute zero. The replacement of normal conducting metals, as copper, by superconductors can result in considerable improvements in large electrical equipments and small electronic devices with respect to efficiency, size and performances. The feasibility and the technical performance of superconducting technology have already been demonstrated in several fields including magnetically levitated high-speed trains, ship propulsion, magnets for fusion test facilities, magnetic resonance imaging and separation, high sensitivity magnetic sensors, microwave devices and fast digital processors. The recent discovery of ceramic superconductors working at temperatures above the 77 K boiling point of liquid nitrogen immediately hold out the promise of superconducting technology with much simpler and cheaper cryogenics. This article provides a picture of both low and high temperature superconducting properties and applications, reviewing the state of the art of the technology and updating theri developments.

1. Introduzione

La superconduttività, una delle più straordinarie scoperte del ventesimo secolo, fu osservata per la prima volta nel 1911 da Heike Kamerlingh Onnes nel suo laboratorio dell'Università di Leida in Olanda (bibl. 1). Egli si accorse con stupore che la resistenza elettrica del mercurio scompariva repentinamente ad una temperatura (detta critica) leggermente inferiore a quella dell'elio liquido, −269 °C. Trovò che lo stesso fenomeno avveniva, sebbene a temperature diverse, anche nello stagno e nel piombo. Nel 1913 annunciava finalmente l'esistenza di un nuovo fenomeno fisico, che chiamò superconduttività: uno stato di grazia della materia che permette ad una corrente elettrica di circolare per non meno di 100.000 anni in un anello superconduttivo in una sorta di «moto perpetuo» senza dispersione. I conduttori normali come il rame presentano invece una resistenza al passaggio della corrente elettrica, con una conseguente dissipazione sotto forma di luce e calore. L'importanza e le possibili applicazioni della scoperta della superconduttività erano enormi e furono sottolineate nello stesso anno dall'assegnazione a

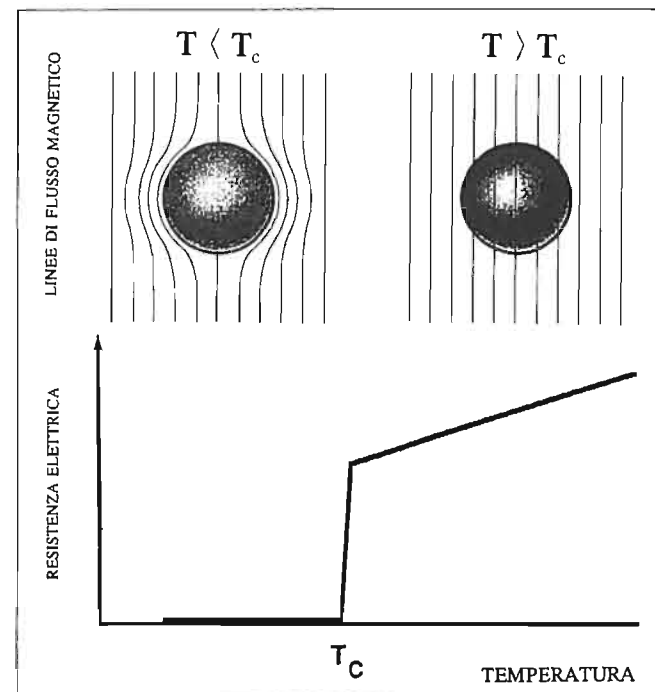



Fig. 1 — Raffreddando un superconduttore al di sotto della sua temperatura critica, si osserva un repentino annullamento della resistenza elettrica e l'espulsione del campo magnetico eventualmente presente.

* Dott. Sergio Zannella, CISE SpA - Segrate
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 26 ottobre 1992.

Onnes del premio Nobel per la Fisica. Esattamente vent'anni dopo a Berlino, Meissner e Oschenfeld (bibl. 2) scoprirono che i superconduttori sono qualcosa di più che conduttori perfetti: essi si comportano infatti anche da diamagnetici perfetti essendo in grado di espellere dal loro interno il campo magnetico, eventualmente presente, quando vengono raffreddati al di sotto della temperatura critica (vedi Fig. 1). Tale fenomeno permette, ad esempio, la levitazione di oggetti magnetici al di sopra di una superficie superconduttiva. Si dovette attendere il 1957 per avere una teoria microscopica soddisfacente, in grado di descrivere cosa effettivamente accadeva all'interno di un superconduttore. Tale teoria, formulata da Bardeen, Cooper e Schrieffer (bibl. 3) e premiata con il Nobel per la Fisica nel 1972, spiega la superconduttività non solo con il perfetto ordine della materia alle bassissime temperature, ma anche con il particolare ordine degli elettroni, che viaggiano a coppie in accordo con le vibrazioni della struttura interna senza incontrare resistenza. La resistenza elettrica, infatti, non è altro che l'ostacolo opposto dalle vibrazioni e dalle imperfezioni del reticolo atomico agli elettroni in moto che negli urti cedono energia scaldando il conduttore.

Lord Onnes aveva già previsto le possibili applicazioni tecnologiche di questi nuovi materiali e scrisse: «Poiché sono materiali facilmente lavorabili, possiamo immaginare esperimenti elettrici d'ogni genere con apparecchiature prive di resistenza... e campi magnetici intensi mediante avvolgimenti senza nucleo in ferro». La superconduttività nei materiali scoperti da Onnes, detti del primo tipo, scompariva però a valori di corrente e di campo magnetico modesti rendendo vani i suoi tentativi di costruire elettromagneti potenti e compatti. Si dovette attendere gli anni sessanta per la scoperta di superconduttori, detti del secondo

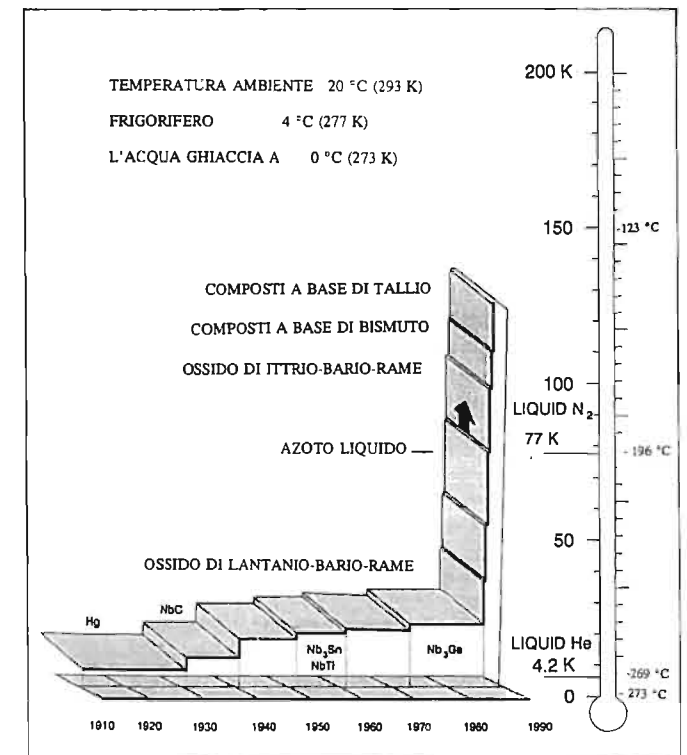



Fig. 2 — Temperatura critica in funzione della data di scoperta per i principali materiali superconduttori.

tipo, in grado di reggere campi magnetici intensi (> 10 T) e densità di correnti elettriche elevate (> 10^6 A/cm^2) trasformando la superconduttività da curiosità di laboratorio in tecnologia del futuro. Questi superconduttori, disponibili oggi commercialmente sotto forma di fili e cavi, sono la lega duttile NbTi ed il fragile composto intermetallico Nb_3Sn le cui temperature critiche sono rispettivamente 9 K e 18 K.

Da allora sono trascorsi trent'anni, e nel frattempo la superconduttività è stata osservata in oltre 50 elementi della tabella periodica e in diverse migliaia di leghe e composti (vedi Tabella 1), ma le applicazioni già commercializzate sono per il momento confinate alla realizzazione di potenti elettromagneti per il mondo scientifico e medicale e di sofisticati dispositivi elettronici per misure magnetiche e per microonde. Sono comunque previste a medio termine applicazioni in diversi settori tecnologici come quello dei trasporti (treni a levitazione magnetica e navi a propulsione magnetoidrodinamica), della generazione, trasmissione e immagazzinamento di energia elettrica, e dell'elettronica logica e digitale.

TABELLA 1
TEMPERATURE CRITICHE DI TRANSIZIONE DEI PRINCIPALI MATERIALI SUPERCONDUTTORI

Materiale	Temperatura critica, T_c (K)
Al	1,2
Sn	3,4
Hg	4,2
Pb	7,2
Nb	9,2
NbTi	9,5
Nb_3Sn	18
Nb_3Ge	23
$La_{1,85}Sr_{0,5}CuO_4$	40
$YBa_2Cu_3O_7$	92
$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$	85
$BI_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$	110
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	125

2. I nuovi superconduttori ceramici

Quale è il motivo della lenta incursione dei materiali superconduttori nella tecnologia innovativa? Come mai non hanno ancora soppiantato il rame nelle applicazioni elettriche ed il silicio in quelle elettroniche? La causa principale è la necessità di dover raffreddare i superconduttori a temperature fuori dal comune e vicine allo zero as-

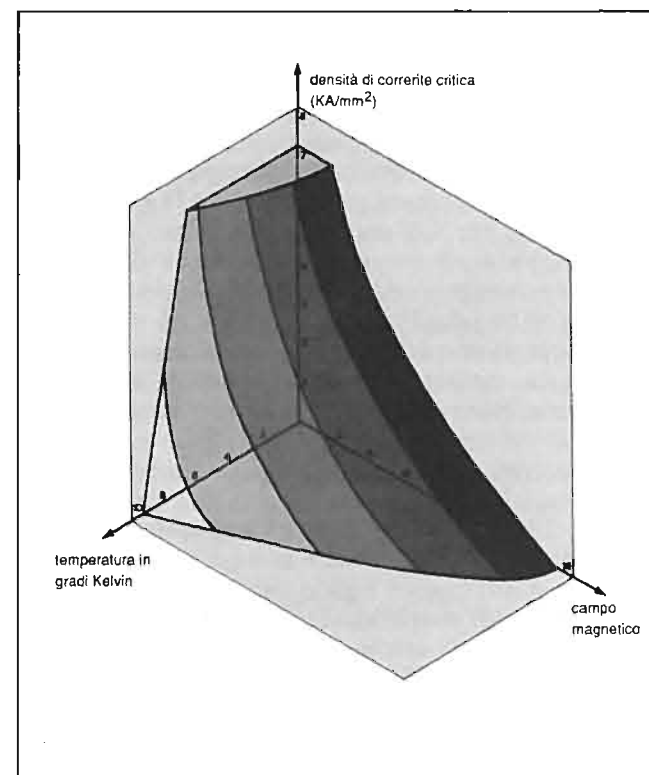
Fig. 3 — Valori di densità di corrente critica richiesti per alcune applicazioni superconduttive.

soluto per mezzo dell'elio liquido, un fluido refrigerante la cui temperatura è di 4,2 K (−269 °C). Purtroppo l'elio liquido è costoso, di non facile approvvigionamento e difficile da manipolare poiché richiede sofisticate attrezzature criogeniche.

Ciò ha spinto i più prestigiosi laboratori internazionali alla ricerca di nuovi materiali superconduttori con temperature critiche T_c sempre più elevate, con la speranza di arrivare un giorno al superconduttore funzionante alla temperatura ambiente. In circa sessanta anni dalla scoperta della superconduttività si riuscì gradualmente ad aumentare la T_c dai 4 K del mercurio ai 23 K del Nb_3Ge (vedi Fig. 2).

Il record del Nb_3Ge era però destinato ad essere polverizzato nel 1986, quando Bednorz e Muller, due ricercatori dell'IBM Zurigo, scoprirono un composto a base di lantanio-bario-rame-ossigeno che esibisce la superconduttività a 30 K (bibl. 4). Tale scoperta (premiata con il Nobel per la Fisica nel 1987) spalancava un nuovo orizzonte per la ricerca di nuovi superconduttori, quello degli ossidi ceramici. Nel giro di pochi mesi, P. W. Chu dell'Università di Houston e M. K. Wu dell'Università dell'Alabama, sostituendo il lantanio con l'ittrio ottenevano un composto superconduttore a 92 K (−181 °C) eliminando la necessità di dover utilizzare l'elio liquido (bibl. 5). Il fluido refrigerante diventava l'azoto liquido (−196 °C), notevolmente più economico, facilmente reperibile ed utilizzabile, e con caratteristiche fisiche migliori dell'elio liquido: calore latente di evaporazione 60 volte inferiore e conducibilità termica 7 volte superiore. La scoperta provocava un forte interesse in tutta la comunità scientifica e pubblica, rinnovando la speranza nelle affascinanti prospettive applicative della superconduttività. L'entusiasmo generale e il notevole eco da parte della stampa fu paragonabile, se non superiore a quello della scoperta del laser e del transistor: sembrava che la scoperta di Chu potesse rivoluzionare il mondo, risolvere i problemi energetici e cambiare persino la nostra vita. Si parlò addirittura di una nuova era: dopo quella della pietra, del bronzo, del ferro, dell'acciaio e del semiconduttore, stava per iniziare l'era del superconduttore.

L'ostacolo principale del raffreddamento con elio liquido era superato, ma purtroppo ci si scontrò con un problema analogo a quello di Onnes: questi materiali smettevano di essere superconduttori a valori modesti di corrente, 100-1000 A/cm², e l'applicazione di un campo magnetico di pochi gauss degradava J_c a valori ancor più mortificanti. Questa notizia fu una autentica doccia gelata, i nuovi superconduttori ad alta temperatura (SAT) devono possedere, per applicazioni pratiche, dei requisiti formidabili: condurre densità di correnti elettriche superiori a 100.000 A/cm² (vedi Fig. 3), resistere alle sollecitazioni elettromagnetiche ed essere ottenibili sotto forma di cavi lunghi e flessibili, caratteristiche oltretutto già ottenibili con i superconduttori precedenti, funzionanti all'elio liquido. Oltre alla temperatura critica esistono infatti altri due parametri chiave che devono essere valutati per lo sviluppo di tecnologie superconduttive: il valore di corrente elettrica e campo magnetico in grado di estinguere la superconduttività nel materiale. Lo stato superconduttivo di un materiale è definito infatti da tre parametri critici, tra loro dipendenti: la temperatura critica T_c, il campo magnetico critico superiore H_{c2} e la densità di corrente critica J_c (vedi Fig. 4). Quando si supera una di queste soglie critiche si provoca la transizione allo stato normale. Di queste, T_c e H_{c2} sono proprietà intrinseche del materiale, mentre J_c dipende dalla procedura di preparazione del materiale e dalla sua microstruttura. Il limite teorico di J_c a 77 K per i superconduttori ceramici è stimato essere dell'ordine di 10^7 A/cm², ma i valori osservati sperimentalmente erano inizialmente nettamente inferiori.

La strada obbligata per elevare J_c fino al suo valore teorico è quella di contrastare il movimento delle linee di flusso magnetico (denominate flussoidi) all'interno del superconduttore, agendo sulla sua microstruttura cristallina. La corrente di trasporto infatti esercita una forza elettromagnetica sui flussoidi, generando un fenomeno dissipativo a causa del loro movimento. La presenza di imperfezioni, difetti e particelle non superconduttive in grado di ancorare i flussoidi, permette il passaggio di correnti elevate senza dissipazione di energia. Un superconduttore puro è quindi inutilizzabile poiché le sue proprietà di trasporto elettrico sono nulle e solo la messa a punto di processi di lavorazione che introducano una distribuzione fine ed omogenea di difetti, senza alterare T_c, lo rente tecnologicamente interessante. Ad esempio l'introduzione di precipitati alfa-Ti nella lega superconduttiva NbTi permise di elevare J_c a valori prossimi a quelli teorici.

Inoltre, per aumentare la loro stabilità elettromagnetica e termica, i cavi superconduttori sono solitamente realizzati sotto forma di compositi costituiti da filamenti superconduttivi molto sottili, inglobati in una matrice di rame che costituisce un percorso alternativo per la corrente, nel caso di superamento di uno qualsiasi dei valori critici (vedi Fig. 5).

L'intensa attività internazionale di ricerca e sviluppo ha consentito in questi anni di mettere a punto nuovi materiali ceramici superconduttori ad alta temperatura e processi di fabbricazione di fili in guaina di argento e di barrette superconduttive che hanno permesso di elevare T_c a 125 K e J_c a valori prossimi a 10^5 A/cm². I primi superconduttori ceramici erano preparati mediante sinterizzazione di polveri pressate e le modeste prestazioni elettriche erano connesse al debole accoppiamento dei grani e alla loro disposizione casuale. Le tecniche attuali sono invece incentrate su processi di fusione e lenta solidificazione per la fabbricazione di superconduttori, con elevate proprietà elettriche e magnetiche, aventi una microstruttura cristallina fortemente orientata ed una distribuzione omogenea di microdifetti (vedi Fig. 6).

Se realizzati sotto forma di film sottili per applicazioni elettroniche, i SAT esibiscono già valori di J_c vicini al limite teorico di 10^7 A/cm². Si può quindi considerare con ragionevole ottimismo, lo sviluppo a breve e medio termine di SAT con valori di J_c ancora più elevati ed ottenuti sotto forma di fili di lunghezza significativa. I valori di campo magnetico critico dei SAT, sono inoltre decisa-

Fig. 4 — Grafico tridimensionale della superficie critica del NbTi. Il materiale sarà superconduttore se i parametri di esercizio saranno contenuti al suo interno.

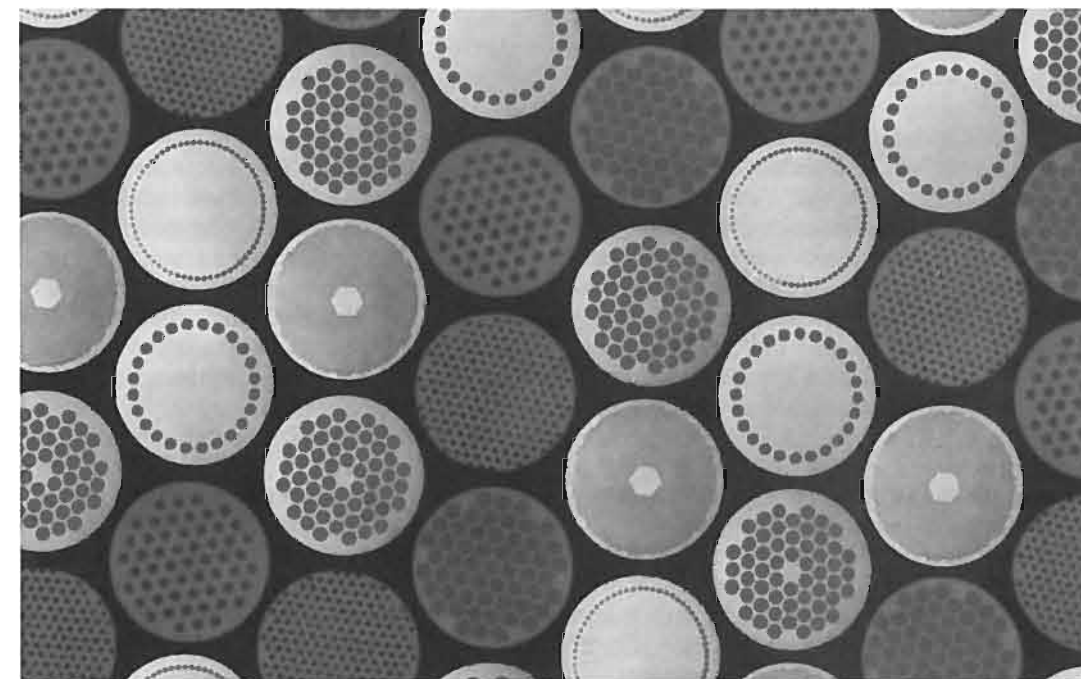



Fig. 5 — Sezioni trasversali di compositi multifilamentari rame-superconduttore. I filamenti superconduttivi possono assumere dimensioni dell'ordine di alcuni millesimi di millimetro.

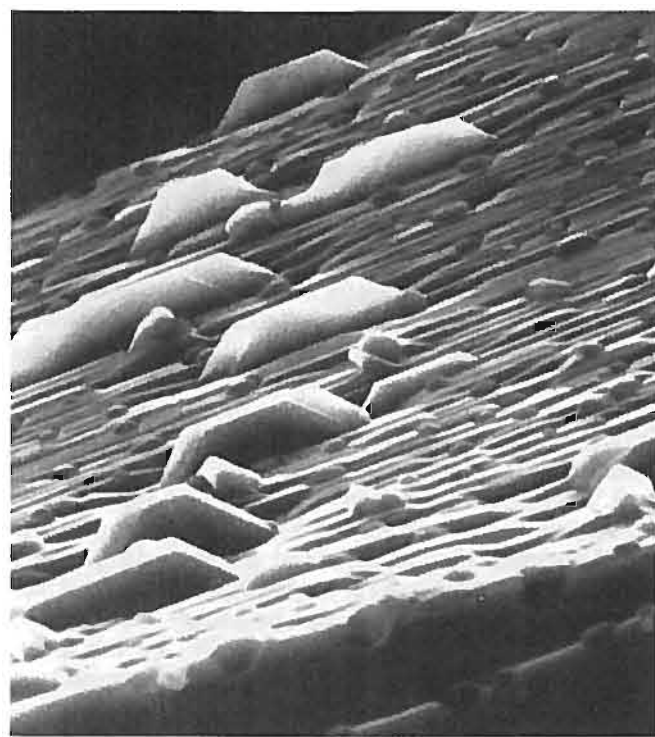



Fig. 6 — Microstruttura orientata di un superconduttore ceramico.

mente più elevati rispetto a quelli dei superconduttori convenzionali: a 4,2 K per esempio, il valore di H_{c2} per il Nb_3Sn è di circa 23 T contro i 200 T dell'$YBa_2Cu_3O_7$. È da segnalare inoltre che risultano ancora oscuri i meccanismi fisici che rendono superconduttive queste ceramiche. La loro chiarificazione, che verrà sicuramente premiata con il quinto Nobel dedicato alla superconduttività, permetterà di indicare l'eventuale strada per arrivare al superconduttore a temperature ambiente che, soppiantando il rame, avvierà una vera e propria rivoluzione tecnologica.

3. Applicazioni della superconduttività

Le applicazioni della superconduttività sono molteplici ed alcune sono già consolidate e commercializzate (bibl. 6 e 7). La scoperta dei nuovi superconduttori ceramici e la conseguente semplificazione criogenica, lascia prevedere una diffusione molto più estesa delle applicazioni della superconduttività nel campo delle tecnologie tradizionali ed innovative (bibl. 8, 9 e 10). Passeremo in rassegna le applicazioni più interessanti, indicando quelle in cui la disponibilità di materiali SAT porterà ad una riduzione apprezzabile dei costi capitali e di esercizio.

3.1 Dispositivi elettrotecnici per la rete elettrica

Attualmente circa il 7% dell'energia elettrica prodotta viene persa nel sistema elettrico nazionale di trasmissione e distribuzione. L'uso di dispositivi superconduttivi nel settore elettrico di potenza, permette la realizzazione di apparecchiature più efficienti, con prestazioni migliori o in grado di svolgere nuove funzioni, alcune delle quali già in stato di sviluppo avanzato.

3.1.1 *Cavi di trasmissione*

L'uso di cavi superconduttori permette il trasporto di elevate correnti con basse perdite. Inoltre la possibilità di trasmettere, a parità di potenza, con una tensione ridotta permetterebbe di evitare uno o più stadi di trasformazione. Il cavo superconduttore però, non può competere col rendimento offerto dagli elettrodotti aerei, ma vista la crescente opposizione dell'opinione pubblica verso le linee aeree ad alta tensione, ritenute antiestetiche e potenzialmente pericolose per i possibili effetti sulla salute, è prevedibile lo sviluppo di cavi per la trasmissione e distribuzione sotterranea di energia elettrica all'interno di aree densamente abitate. È già stato realizzato un prototipo da 138 kV, 1000 MW, lungo 115 m, realizzato in Nb_3Sn, che ha dimostrato la fattibilità di un cavo superconduttore raffreddato con elio liquido (bibl. 11). L'uso dei SAT consentirebbe di semplificare notevolmente il sistema di raffreddamento e la struttura stessa del cavo, con una conseguente riduzione dei costi capitali e di esercizio. Considerate le attuali condizioni di esercizio, campo magnetico moderato dell'ordine di 0,1-0,2 T, $J_c = 10^5$ A/cm^2 e modesta sollecitazione meccanica, le prospettive di cavi SAT sono ritenute molto buone.

Analisi tecnico-economiche hanno mostrato che un cavo SAT, raffreddato ad azoto liquido, può risultare competitivo rispetto ad un cavo convenzionale, per potenze trasportate maggiori di 1 GVA.

3.1.2 *Limitatore di corrente*

L'incremento della domanda energetica e della complessità della rete elettrica, può condurre ad un aumento delle correnti di corto circuito a livelli superiori a quelli sopportabili dai componenenti installati (ad es. interruttori di potenza). Ciò comporta la sostituzione di vari componenti con analoghi di taglia superiore, oppure la modifica della configurazione del sistema elettrico con diminuzione dell'affidabilità. Conseguentemente si ritiene importante la possibilità di avere un dispositivo che, in caso di guasto, introduca in linea una elevata impedenza elettrica in grado di limitare la corrente a valori adeguati, proteggendo la rete elettrica dalle sovracorrenti.

L'uso di superconduttori permette la realizzazione di limitatori di corrente basati sulla transizione «stato superconduttore-stato normale» quando viene oltrepassato il valore di corrente critica. Il limitatore superconduttivo può essere realizzato secondo numerose configurazioni di tipo resistivo o induttivo (bibl. 12). Il limitatore resistivo, basato sulla transizione di un elemento superconduttivo posto in serie alla linea, è senz'altro la configurazione più semplice, ma dissipa una notevole quantità di energia durante il corto circuito, richiede l'utilizzo di shunt complessi e costosi e prevede la realizzazione di contatti elettrici tra cavo normale e superconduttore di non facile realizzazione. Il limitatore superconduttore induttivo non dissipa energia elettrica, ma la immagazzina sotto forma di energia magnetica e non prevede la presenza di contatti elettrici tra rame e superconduttore. È costituito essenzialmente da un nucleo ferromagnetico con un avvolgimento primario in rame ed un avvolgimento secondario superconduttivo chiuso su sé stesso. Durante il funzionamento normale, la corrente indotta nel superconduttore annulla il flusso magnetico nel nucleo, con una conseguente notevole diminuzione della sua induttanza; in caso di corto circuito, la corrente indotta supera il valore critico e non permette l'annullamento del flusso generato dall'avvolgimento primario, con conseguente aumento dell'impedenza del dispositivo e limitazione della corrente. Recentemente sono stati realizzati con superconduttori in NbTi due modelli dimostrativi da 25 kV (Alsthom-Alcatel) e da 6,6 kV, 1800 A (Tokyo Electric Power Co. e Toshiba Corporation). L'avvolgimento superconduttivo può essere costituito da anelli ceramici SAT su cui viene avvolto l'avvolgimento primario. Non essendo quindi richiesto un cavo di lunghezza significativa, è probabile che il limitatore di corrente sarà la prima applicazione elettrotecnica dei SAT.

3.1.3 *Sistemi di accumulo di energia*

La possibilità di accumulare energia permette alle centrali elettriche di funzionare al loro massimo rendimento senza interruzioni. L'energia immagazzinata, verrebbe poi attinta quando la domanda di energia supera quella prodotta. L'accumulo di energia mediante magneti superconduttori è un metodo altamente efficiente (maggiore del 95%), rapido e non richiede processi di conversione di energia chimica o meccanica, con conseguente abbattimento di emissioni inquinanti. Il sistema SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) consente di far fluire senza dissipazione correnti elevate negli avvolgimenti superconduttivi cortocircuitati su se stessi, permettendo quindi l'immagazzinamento di energia elettrica con consumi legati in pratica al solo mantenimento della bassa temperatura. Un sistema di immagazzinamento di energia fino a 1000-2000 MW, mediante enormi magneti superconduttori, è considerato alternativo agli impianti di pompaggio idroelettrici. I campi magnetici generati sono dell'ordine di 5-10 T e particolare attenzione deve essere posta nel minimizzare le dispersioni magnetiche all'esterno, che potrebbero influire sulla salute pubblica e addirittura sulla migrazione stagionale di alcune specie di volatili. Per contrastare l'enorme pressione magnetica agente sui mastodontici avvolgimenti, fino a 1,5 km di diametro con un'altezza di oltre 20 m, i magneti dovranno essere collocati nel sottosuolo ed ancorati alle pareti di grotte sotterranee o di apposite strutture di contenimento. Particolare attenzione deve essere inoltre prevista per evitare l'eventualità della transizione del cavo superconduttore con conseguente riscaldamento ed evaporazione del liquido refrigerante: ogni litro di elio liquido si trasformerebbe all'istante in circa 1000 litri di elio gassoso con conseguenze disastrose. Oltre a immagazzinare l'energia prodotta in esubero e compensare i picchi di domanda energetica, lo SMES permette il miglioramento della stabilità della rete elettrica.

La tendenza attuale è però rivolta a sistemi di accumulo di taglia media (dell'ordine dei MWh) da installare in prossimità degli utilizzatori o utilizzabili con scopi militari per la possibilità di fornire impulsi brevi di potenze elevatissime. Nel 1987 è stato varato negli Stati Uniti un programma da 31 milioni di dollari per la progettazione, costruzione e prova di uno SMES -ETM (Engineering Test Model) da 20 MWh, 400 MW. L'avvolgimento, le cui dimensioni sono 130 m di lunghezza e 4 m di altezza, sarà in grado di generare un campo magnetico compreso tra 3,4 T e 4,8 T e verrà annegato nel cemento per resistere alle enormi sollecitazioni meccaniche. Recentemente è stato commercializzato uno SMES da 750 kVA costituito da un magnete in NbTi, raffreddato mediante un refrigeratore a circuito chiuso. Il suo utilizzo è previsto per sopperire ad improvvisi cali di tensione della durata di un secondo o meno in alcuni cicli produttivi, ad esempio linee robotizzate o processi chimici, dove tale evenienza potrebbe avere conseguenze deleterie. Anche in questo caso la possibilità di raffreddare con azoto liquido, ridurrebbe i costi capitali e di esercizio soprattutto per le unità più piccole, data la maggior incidenza dei costi criogenici. Nel caso degli SMES però, le richieste su I_c sono molto più stringenti a causa dei valori elevati di campo magnetico e sforzo meccanico a cui è sottoposto il cavo superconduttore.

3.1.4 *Alternatori e trasformatori*

L'uso di avvolgimenti superconduttori ad alta induzione permette la realizzazione di alternatori privi di materiale ferromagnetico, più leggeri (circa il 50%), compatti, e a maggiore rendimento (circa l'1%) di quelli convenzionali, migliorando nel contempo la stabilità della rete elettrica e la capacità di fornire od assorbire potenza reattiva. L'uso dell'elio liquido rende vantaggiosi solo i generatori di grosse dimensioni, dato il costo in conto capitale piuttosto elevato. Sono in corso di realizzazione unità di qualche centinaio di MVA mentre sono in fase di progettazione unità più potenti con taglie da 2000 MVA che permetterebbero di dislocare la produzione di energia in pochi impianti. La messa a punto di cavi SAT permetterebbe di rendere competitivi anche i generatori superconduttori di taglia inferiore (100-300 MVA). Vantaggi analoghi a quelli sopraesposti (maggiori rendimento, minor peso e dimensioni) sono previsti per la costruzione di trasformatori superconduttori (di cui già esistono modelli dimostrativi da 100-200 kVA), i quali potrebbero operare anche come limitatori di corrente in caso di guasto a causa della transizione dell'avvolgimento.

4. Nuovi sistemi di trasporto

Lo studio e lo sviluppo della tecnologia superconduttiva nel settore dei trasporti ferroviario e marino hanno già raggiunto un alto grado di maturità per applicazioni pratiche con ottime prospettive di impiego.

4.1 Treni a levitazione magnetica

L'idea di un treno a levitazione magnetica, denominato MAGLEV (Magnetically Levitating), che viaggia ad alta velocità tenuto sospeso da forze magnetiche, risale agli anni sessanta e fu proposta da J. R. Powell e collaboratori. Si basa sul principio che campi magnetici di polarità opposta si respingano. Magneti superconduttori posti nel veicolo inducono correnti elettriche, e conseguentemente un campo magnetico opposto, in bobine convenzionali,

Fig. 7 — Treno giapponese MLU002 a levitazione magnetica. (Fotografia tratta da Superconductor Industry).

poste lungo la linea, che guidano e mantengono sospeso il veicolo a circa 10 cm dal suolo, eliminando completamente il contatto meccanico con la rotaia. La propulsione è realizzata mediante un motore sincrono lineare. I principali vantaggi di questi treni sono la maggiore velocità ottenibile (500 km/h), assenza di vibrazioni, rumorosità molto contenuta e minor manutenzione a causa dell'assenza di contatto ruota-rotaia. La sostentazione del veicolo può essere inoltre ottenuta mediante un elettromagnete convenzionale, posto sul veicolo, che avvolge una rotaia ferromagnetica a forma di T. In questo caso è necessario un sistema elettronico attivo per il controllo della distanza tra la rotaia e l'elettromagnete. Attualmente Germania e Giappone hanno già realizzato dei veicoli di prova, in corso di sperimentazione avanzata, che utilizzano rispettivamente elettromagneti convenzionali (Transrapid 07) e superconduttivi (MLU002). In Giappone è in corso di realizzazione una linea sperimentale di 40 km che verrà completata entro il 1994 (vedi Fig. 7). Gli Stati Uniti hanno recentemente approvato un finanziamento di 725 milioni di dollari per lo sviluppo e la costruzione di una linea MAGLEV che collegherà entro il 1996 l'aeroporto di Orlando in Florida con il parco dei divertimenti «Walt Disney World». Secondo autorevoli stime, il MAGLEV costituirà una valida alternativa ad aerei, treni tradizionali ed automobili su percorsi inferiori a 500-1000 km. L'uso di magneti SAT renderebbe economicamente più favorevole la realizzazione di un MAGLEV, riducendo i costi di refrigerazione e del sistema di propulsione.

4.2 Nave a propulsione magnetoidrodinamica

La propulsione magnetoidrodinamica (MHD) permette di realizzare navi silenziose, senza parti in movimento e consumo di carburante. Queste navi funzionano con magneti superconduttori posti nello scafo in cui scorre l'acqua di mare, debolmente conduttrice. Se l'acqua viene attraversata da una corrente elettrica, si instaura una forza elettromagnetica che la spinge violentemente all'indietro, facendo avanzare la nave. Nel corso del 1992 si sono effettuate, presso il porto di Kobe in Giappone, le prove in mare della YAMATO-1 la prima nave a propulsione magnetica. La nave ha una stazza di 185 t, è lunga 30 m e larga 10 m, ed alloggia nello scafo dei magneti in NbTi raffreddati con elio liquido che generano un campo di 4 T e una spinta di 16.000 N. Può portare 10 passeggeri ad una velocità di 8 nodi (vedi Fig. 8). Anche in questo caso il ruolo insostituibile dei superconduttori è quello di creare campi magnetici elevati con conseguente maggiore efficienza, e riduzione di peso e ingombro. Un propulsore MHD a bassa temperatura può arrivare ad una efficienza superiore al 40% quindi superiore a quella di un motore ordinario. La possibilità di poter disporre di avvolgimenti SAT permetterebbe di ottenere potenzialmente delle efficienze di propulsione di circa il 70%.

5. Magneti superconduttori

Gli elettromagneti vengono solitamente realizzati sotto forma di avvolgimenti solenoidali in cui fluisce una corrente elettrica che genera un campo magnetico diretto lungo l'asse degli avvolgimenti stessi. Il massimo campo magnetico prodotto dipende dall'entità della corrente elettrica che, nel caso del filo di rame raffreddato con acqua, non deve superare 500 A/cm^2 per evitare un riscaldamento eccessivo. In molte applicazioni l'uso di magneti in rame richiederebbe potenze di decine o centinaia di MW e l'uso di sistemi adeguati di asportazione del calore. L'introduzione di un nucleo ferromagnetico permette l'intensificazione del campo magnetico, ma non oltre 2 T. Si tratta in ogni caso di sistemi pesanti, ingombranti e dispendiosi dal punto di vista energetico. L'uso di cavi superconduttori permette la realizzazione di magneti estremamente compatti, leggeri e molto più potenti per la loro abilità di condurre correnti 1000 volte più intense, con un consumo di energia molto ridotto, necessario per mantenere la bassa temperatura. Una volta iniettata la corrente, è possibile staccare il generatore e cortocircuitare l'avvolgimento su se stesso: la corrente continuerà a fluire indefinitivamente e senza decadimento alcuno. Solo i superconduttori permettono di creare campi magnetici di diversi tesla in volumi considerevoli, anche di diversi metri cubi, e sono ormai insostituibili in varie applicazioni (bibl. 13), che spaziano dai magneti per esperimenti di laboratorio con campi fino a 17 T, ai magneti per la focalizzazione dei fasci di particelle negli acceleratori, a quelli per il confinamento del plasma negli impianti per la fusione termonucleare, fino ai magneti commerciali per le apparecchiature medicali di tomografia a risonanza magnetica nucleare (RM).

Fig. 8 — Nave YAMATO-1 a propulsione magnetica. (Fotografia tratta da Superconductor Industry).

5.1 Magneti per RM

I sistemi di diagnostica biomedicale che sfruttano la risonanza magnetica nucleare (RM), hanno già assunto una grande importanza per il riconoscimento di malattie del sistema nervoso, delle ossa e di alcuni organi interni e si stanno imponendo alla Tomografia Assiale Computerizzata (TAC), poiché non impiegano radiazioni ionizzanti, non necessitano di mezzi di contrasto, sono sensibili ai tessuti molli e sono in grado di fornire informazioni su diverse caratteristiche delle molecole organiche. Durante l'esame diagnostico RM, il paziente è posto all'interno di un magnete (vedi Fig. 9), il cui campo magnetico induce l'allineamento dei dipoli magnetici nucleari (ad es. i nuclei dell'idrogeno). A questo punto, viene applicato un campo elettromagnetico oscillante alle frequenze radio. Mantenendo costante il campo magnetico e variando la frequenza, o viceversa, c'è un momento in cui si ha il fenomeno della risonanza: i nuclei assorbono la radiazione e subiscono una deflessione. Spegnendo l'emissione delle onde radio i nuclei ritornano alla loro situazione di equilibrio; la variazione di flusso magnetico corrispondente, induce un segnale in una bobina ricevente che viene interpretato da un computer e trasformato in immagini estremamente dettagliate sotto forma di sezioni della regione interessata. L'effetto tomografico è ottenuto mediante campi magnetici a gradiente spaziale. Circa l'85% dei sistemi RM esistenti (circa 5000 nel mondo) sono equipaggiati con magneti superconduttori in NbTi operanti tra 0,5 T e 2 T. L'uso di cavi SAT raffreddati all'azoto liquido consentirebbe una riduzione nei costi del magnete di circa il 15%, oltre ad una riduzione dei costi di refrigerazione di circa 150.000 $/anno.

Se raffreddati alla temperatura dell'elio liquido, permettono infine la creazione di campi magnetici incredibilmente intensi di diverse decine di tesla con dei risvolti commerciali notevoli nel settore dei spettrometri NMR a 1 GHz.

5.2 Magneti per la conversione MHD di energia

La conversione magnetoidrodinamica (MHD) di energia è un processo che produce potenza elettrica facendo passare un gas ad alta temperatura, ottenuto solitamente dalla combustione di combustibili fossili, attraverso un campo magnetico di alcuni tesla, generato da un

magnete superconduttore. In questo modo si genera una differenza di potenziale tra due elettrodi opposti, da cui si può estrarre potenza elettrica in continua. Tale impianto, inserito in una centrale elettrica, permette di aumentarne il rendimento diminuendo nel contempo le emissioni inquinanti.

5.3 MAGNETI PER SEPARAZIONE MAGNETICA

Tale dispositivo si basa sulla forza che agisce su particelle magnetiche immesse in un campo magnetico. L'uso di superconduttori permette di migliorare l'efficienza di questi dispositivi poiché la forza di rimozione è direttamente proporzionale all'intensità del campo magnetico ed al suo gradiente. Fino a qualche anno fa, si ipotizzava che la separazione magnetica di impurezze magnetiche da acqua, cibi, ceneri e carbone (desulfurizzazione), argilla e altre materie prime, rappresentasse uno dei mercati principali per i magneti superconduttori. Alcune unità commerciali già installate, hanno dimostrato la loro fattibilità economica. La prima in assoluto, prodotta dalla Eriez Magnetics ed installata presso la J. B. Huber Corporaton nel 1986, ha permesso una riduzione dei costi energetici di 150.000 dollari nel primo anno di utilizzo. Tale sistema richiede solo 60 kW per il liquefatore contro i 300 kW dissipati da un analogo magnete resistivo. L'uso di SAT funzionanti all'azoto liquido, comporterebbe una ulteriore forte diminuzione dei costi energetici associati al sistema di raffreddamento.

5.4 MAGNETI PER LA FUSIONE TERMONUCLEARE CONTROLLATA

Il reattore per la fusione termonucleare controllata è una sorgente illimitata di energia che si prevede diverrà operativa nei prossimi decenni. Si basa sul rilascio di energia che scaturisce dalla fusione di atomi portati a temperature di milioni di gradi centigradi. Non esistendo nessun contenitore in grado di contenere questo plasma, una delle soluzioni previste consiste nel confinarlo, mediante potenti campi magnetici, lontano dalle pareti di un recipiente di forma toroidale. A questo scopo sono richiesti campi magnetici di alcuni tesla in volumi di centinaia di metri cubi. I magneti superconduttori sono in questo caso insostituibili poiché l'uso di magneti resistivi assorbirebbe quasi tutta l'energia prodotta dal reattore. I problemi tecnologici legati a questa iniziativa sono molteplici e ardui ed è attualmente in corso una iniziativa mondiale per la progettazione del reattore a fusione della prossima generazione, denominato ITER (International Tokamak Experimental Reactor). In questo caso l'uso dei SAT non sembra permettere vantaggi a causa della modesta incidenza (qualche percento) dei costi delle attrezzature criogeniche rispetto al costo dell'intero progetto.

5.5 MAGNETI PER ACCELERATORI DI PARTICELLE

La forza che agisce sulle particelle cariche immesse in un campo magnetico, dipende dalla loro velocità e dall'intensità del campo stesso. Per ottenere fasci di particelle con potenze sempre più elevate, bisogna agire su questi due parametri e si comprende quindi il vantaggio offerto dai potenti e compatti magneti superconduttori. Nel 1983 al Fermilab presso Chicago (USA), è entrato in funzione Tevatron, il primo acceleratore, con energia del fascio di 1 TeV che impiega circa un migliaio di magneti superconduttori. In Europa e negli Stati Uniti è prevista nell'arco di una decina d'anni la realizzazione di due impressionanti anelli di accelerazione di particelle denominati rispettivamente LHC (Large Hadron Collider) e SSC (Superconducting Super Collider) con valori di energia dei fasci di protroni di 8,5 TeV e di 20 TeV!!! e dimensioni della loro circonferenza di 27 km e 87 km. Per la realizzazione di SSC saranno necessari circa 10.000 magneti superconduttori, la cui realizzazione richiederà oltre 1200 tonnellate di cavo superconduttore in NbTi.

Fig. 9 — Sistema diagnostico medicale a Risonanza Magnetica.

Fig. 10 — Levitazione magnetica stabile di un magnete permanete su di una superficie superconduttiva. (Fotografia proveniente da CISE).

6. **Dispositivi magnetici**

6.1 CUSCINETTI MAGNETICI

Nel settore dei dispositivi magnetici sono previste applicazioni dei SAT a breve termine, poiché le caratteristiche magnetiche attualmente esibite nelle forme geometriche richieste, sono già ad un livello in cui è plausibile l'inizio di studi di fattibilità e di progetti realizzativi. La preparazione di SAT mediante processi di fusione e lenta solidificazione permette di ottenere dei semilavorati con microstruttura orientata e una distribuzione omogenea di particelle non superconduttive. La loro abilità di espellere il campo magnetico (effetto Meissner-Oschenfeld) permette la levitazione stabile di oggetti magnetici (vedi Fig. 10). Questa proprietà può essere sfruttata per realizzare cuscinetti magnetici ad alta velocità, senza attrito meccanico ed in assenza di sistemi di controllo attivo. I cuscinetti superconduttori potranno essere utilizzati con successo in motori, volani, giroscopi, accelerometri e sistemi di lettura di dischi magnetici ed ottici. Un prototipo di motore asincrono ad induzione, il cui rotore levita su due cuscinetti superconduttori e ruota ad oltre 100.000 giri al minuto senza contatto ed attrito meccanico, è stato realizzato dal CISE di Segrate in collaborazione con l'Elettrorava di Torino (vedi Fig. 11) (bibl. 14). Se sottoposti a campi magnetici intensi, questi materiali possono inoltre intrappolarne una buona percentuale, diventando dei magneti permanenti con magnetizzazioni residue superiori a quelle esibite dai magneti permanenti convenzionali in SmCo e NdFeB. Attualmente sono già disponibili cuscinetti magnetici in grado di mantenere sospesi oggetti del peso di decine di chilogrammi e magneti permanenti superconduttivi con magnetizzazione residua a 77 K di circa 3 T. I SAT potrebbero infine essere utilizzati per stabilizzare la repulsione esistente tra due magneti permanenti convenzionali di uguale polarità, realizzando in tal modo dei cuscinetti magnetici ibridi.

6.2 SCHERMI MAGNETICI

Supponendo di poter disporre di un tubo superconduttore di spessore t, il suo interno verrà schermato da campi

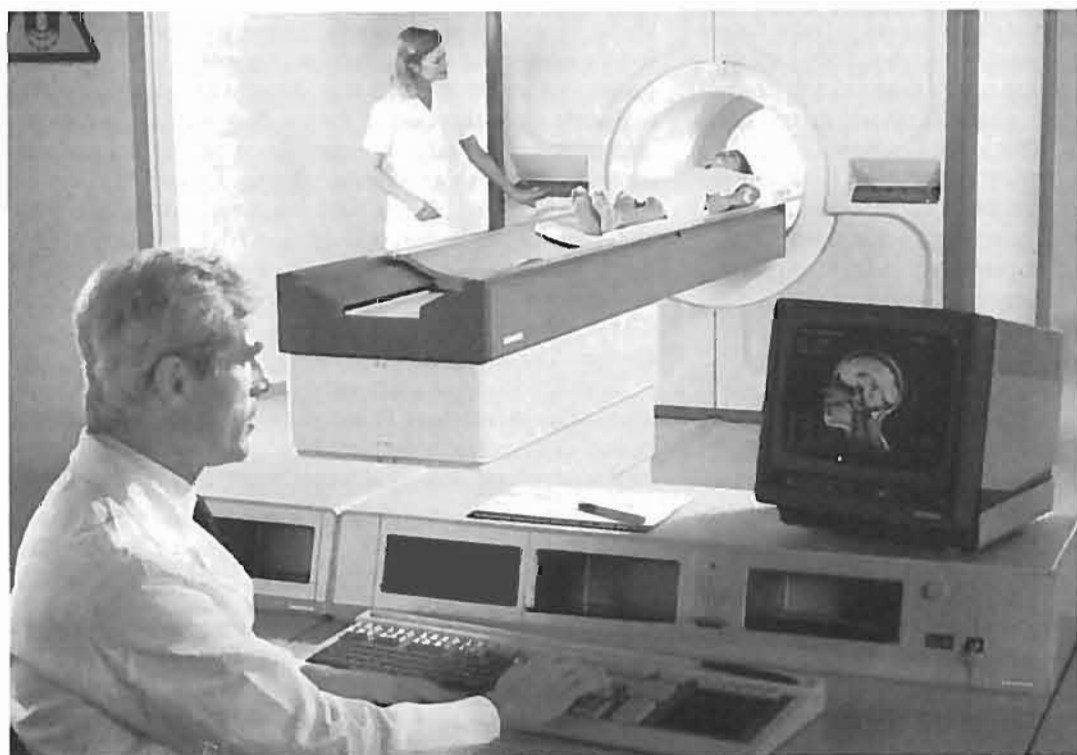
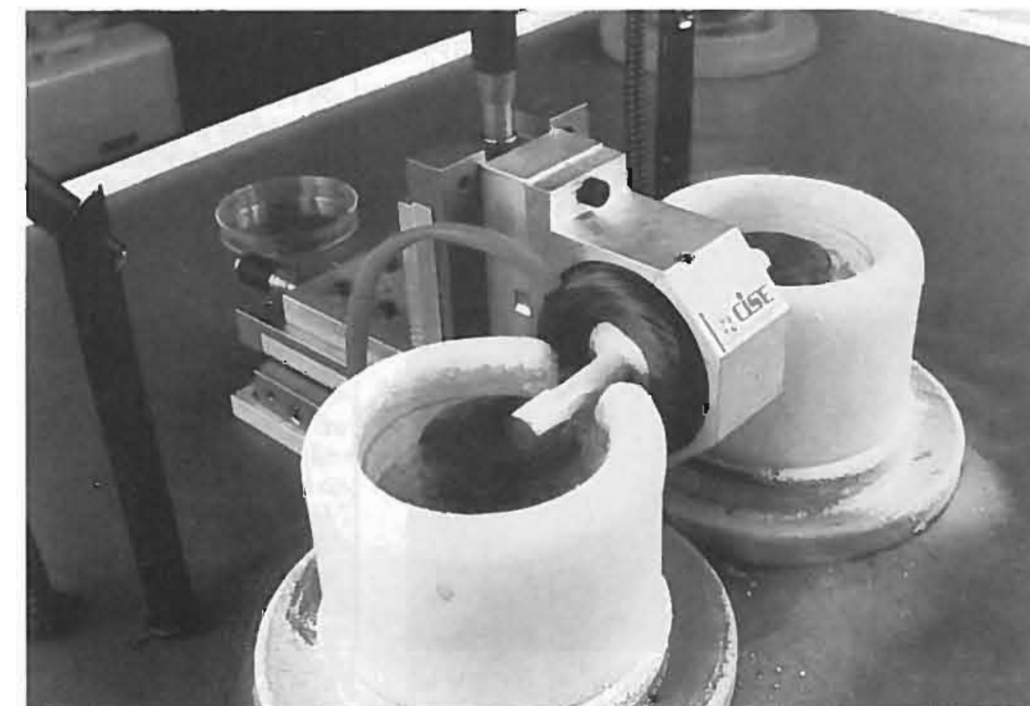



Fig. 11 — Motore asincrono ad alta velocità con cuscinetti superconduttivi. (Fotografia proveniente da CISE).

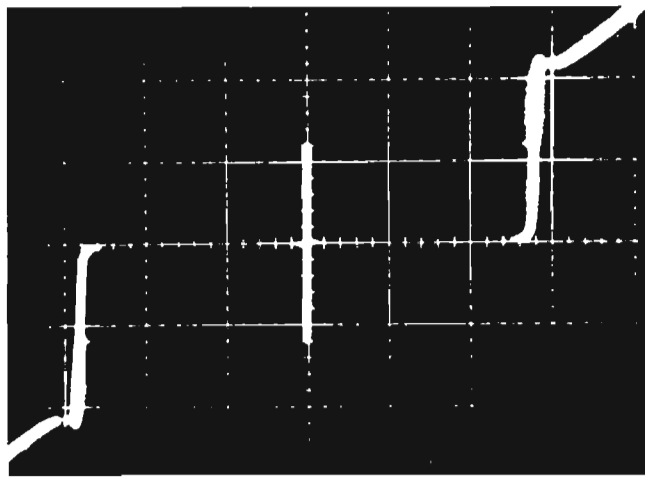



Fig. 12 — Caratteristica tensione-corrente di una giunzione tunnel Josephson Nb/Al-Al0_x/Nb a T = 4.2 K. (Fotografia proveniente da Università di Salerno e CNR, Arco Felice - NA).

magnetici esterni inferiori al campo di completa penetrazione della parete superconduttiva $H_p = J_c \cdot t$. Sfruttando tale proprietà, è possibile ottenere schermi magnetici da utilizzare in ambienti dove operano dispositivi sofisticati per misure magnetiche di bassissima intensità (ad esempio magnetoencefalografi biomedicali), o per schermare equipaggiamenti che emettono campi magnetici troppo intensi (ad esempio treni MAGLEV ed apparecchiature RM). Sono già stati realizzati e caratterizzati schermi magnetici SAT in grado di attenuare di oltre 60 dB campi magnetici variabili da 0 a 15 kHz.

7. Elettronica superconduttiva

Le possibili applicazioni dei superconduttori nel settore elettronico sono molteplici ed alcune già sviluppate ed affermate commercialmente (bibl. 15, 16 e 17). L'interesse nell'elettronica superconduttiva è legato ai vantaggi, intrinseci rispetto a quella a semiconduttori, che includono: basso rumore, alta velocità di commutazione, sensibilità di rivelazione a livello quantico e bassa potenza di dissipazione. Circuiti a microonde con un fattore Q di oltre 100.000, dispositivi che operano a frequenze di 3000 GHz, sensori che possono rivelare l'energia magnetica di un singolo fotone, connessioni tra circuiti logici a resistenza elettrica nulla, transistor superconduttori più piccoli, veloci, affidabili ed efficienti e dispositivi logici digitali per computer superveloci, sono alcune delle applicazioni previste per i SAT nel settore elettronico. La maggior parte dei dispositivi di elettronica superconduttiva sono basati sulla tecnologia dei film sottili, consistenti in strati infinitesimi, inferiori al millesimo di millimetro, depositati su substrati isolanti. L'elemento base dell'elettronica superconduttiva è la giunzione Josephson la cui scoperta fu premiata anch'essa nel 1973 con il Nobel per la Fisica. Consiste in due film superconduttori separati da uno strato sottile isolante in cui è possibile far passare una corrente continua senza che ci sia tensione ai capi del dispositivo il quale si comporta quindi come se fosse un unico superconduttore. La caratteristica tensione-corrente di una giunzione Josephson è composta da due tratti distinti rispettivamente a tensione nulla e ad un valore finito (vedi Fig. 12). Il dispositivo può commutare da uno stato all'altro in tempi estremamente rapidi dell'ordine dei picosecondi (10^{-12} s) e questo lo rende applicabile per elementi logici e celle di memoria di calcolatori. La bassa dissipazione di potenza, dell'ordine del microwatt (10^{-6} W), permette inoltre un alto fattore di impacchettamento e quindi un tempo di risposta più rapido. Una giunzione superconduttore-isolante-superconduttore può essere utilizzata efficacemente anche come rivelatore di radiazioni millimetriche e submillimetriche. Gli elettroni che assorbono l'energia della radiazione possono infatti passare per «effetto tunnel» attraverso la barriera isolante ed essere rivelati. L'insieme di due giunzioni Josephson viene chiamato SQUID (Superconducting Quantum Interference Device, vedi Fig. 13) ed è un dispositivo estremamente sensibile per le misure magnetiche (dell'ordine di 10^{-14} T) utilizzato in magnetometri estremamente sofisticati per magnetoencelografia (vedi Fig. 14), magnetocardiografia, geomagnetismo, ispezione della crosta terrestre per il rivelamento di giacimenti naturali di petrolio, rivelazione di onde gravimetriche, e rivelazione di impurezze magnetiche nei materiali.

Fig. 13 — Magnetometro SQUID della Conductus Inc. realizzato con i superconduttori ceramici.

Fig. 14 — La magnetoencelogsafia usa lo SQUID per rivelare i campi magnetici associati alle correnti neuroniche. (Tratto da Le Scienze).

Fig. 15 — Risonatore a 4,8 GHz realizzato con un microstrip di superconduttore ceramico fabbricato dalla Superconductor Technologies Inc (USA).

Attualmente si riescono a ottenere film SAT di buona qualità, che raffreddati a 77 K, hanno una resistenza elettrica superficiale inferiore a quella del rame fino a frequenze di 100 GHz, in particolare a 10 GHz è inferiore di un fattore cento. Poiché la resistenza superficiale determina le perdite ad alta frequenza, l'uso di film SAT permette la realizzazione di cavità risonanti a radiofrequenza e dispositivi a microonde quali filtri, risonatori (vedi Fig. 15), linee di trasmissione, linee di ritardo ed antenne a bassa perdita, di caratteristiche migliori rispetto a quelli in rame ed oro. Sono già stati commercializzati dalla ditta americana STI, risonatori superconduttivi a 10 GHz, funzionanti a 77 K con un fattori di qualità Q superiore a 10.000 ed un rumore molto contenuto.

8. Conclusioni

La promessa tecnologica dei materiali superconduttori era evidente fin dalla loro scoperta avvenuta circa 80 anni fa, ma le enormi potenzialità applicative sono ancora ostacolate dalla complicazione criogenica. Le loro elevate prestazioni tecniche, spesso non ottenibili con altre tecnologie, li hanno però resi insostituibili o concorrenziali in diverse applicazioni. L'eventuale scoperta del superconduttore a temperatura ambiente, condurrebbe ad una vera e propria rivoluzione tecnologica.

(4060)

BIBLIOGRAFIA

1. - ONNES H. KAMMERLING, *On the sudden change in the rate at which the resistance of mercury disappears*, Communications from the Phys. Laboratory of the University of Leiden, No. 124c, 25 November 1911.
2. - MEISSNER W., OCHSENFELD R., *Ein neuer effekt bei Eintritt der Supraleitfahigkeit*, Naturwissenschaften 21, 787 (1933).
3. - BARDEEN J., COOPER L. N., SCHRIEFFER J. R., *Theory of superconductivity*, Phys. Rev. 108, 1175 (1957).
4. - BEDNORZ J. G., Muller K. A., *Possible high T_c superconductivity in the Ba-La-Cu-O system*, Z. Phys. B, 64, 189 (1986).
5. - WU M. K., ASHBURN J. R., TORNG C. J., HOR P. H., MENG R. L., GAO L. HUANG Z. J. WANG Y. Q., CHU C. W., *Superconductivity at 93 K in a new mixed-phase YBaCuO compound system at ambient pressure*, Phys. Rev. Lett. 58, 908 (1987).
6. - International Superconductivity Technology Center (Istec), *Feasibility study in application fields on superconductivity*, Executive summary report, March 1992.
7. - Finmeccanica-tecnologie d'avanguardia, *Le nuove frontiere della superconduttività a applicata*, n. 1, 1988.
8. - Innovation 128, *Superconductivity: A guide for industrial applications*, (1990).
9. - WOLSKY A. M., GIESE R. F., DANIELS E. J., *Le future applicazioni dei nuovi superconduttori* Le scienze 248, 53 (1989).
10. - RICCA A., *High Temperature superconductors: an overview of perspectives*, Ceramics Today-Tomorrow's Ceramics, p. 3201, P. Vincenzini ed., Elsevier Science Publishers B. V., (1991).
11. - FORSYTH E. B., THOMAS R. A. *Performance summary of the Brookhaven superconducting power transmission system*, Cryogenics 26, 1945 (1986).
12. - GIESE R. F., RUNDE M., *Fault current limiters*, Report, Argonne National Lab., (1991).
13. - WILSON M. N. *Superconducting Magnets*, Clarendon, Oxford (1983).
14. - C. DEL PRETE, G. GENTA, L. MAZZOCCHETTI, E. RAVA, A. RICCA, G. RIPAMONTI, L. SANTINI, A. TONOLI, E. VARESI, S. ZANNELLA, *High speed Asynchronous motor with high T_c superconducting bearings*, Proc. of Third Int. Symp. on Magnetic bearings, (1992).
15. - CLARCK J., *Small scale analog applications of high transition-temperature superconductors*, Nature 333, 29 (1988).
16. - WEINSTOCK H., NISENOFF M. (eds), *Superconducting electronics* NATO-ASI Series. Springer, Berlin (1989).
17. - BARONE A., PATERNÒ G., *Physics and Applications of the Josephson Effect*, Wiley, New York (1982).

L'EVOLUZIONE TECNOLOGICA DELLA RADIO: PROSPETTIVE DEI SERVIZI SUL TRAFFICO

G. ALBERICO, M. COMINETTI, N.S. TOSONI*

SOMMARIO — L'articolo esamina l'evoluzione tecnologica dei sistemi di radiodiffusione o dei ricevitori, focalizzando l'attenzione sulle applicazioni orientate al traffico. Le prospettive di trasmettere messaggi numerici codificati su un canale dedicato alle informazioni sul traffico (TMC), quale parte delle nuove caratteristiche dell'RDS nella diffusione sonora in VHF/MF, sono promettenti. Il progetto europeo DRIVE-GEMINI, con il contributo diretto della RAI, intende promuovere questa tecnologia con campagne di prove sul corridoio italiano (autostrada Brescia-Trieste) nel giro di circa due anni. Un'ulteriore notevole innovazione tecnologica, prima della fine di questo secolo, sarà l'introduzione del DAB, il sistema di diffusione audio numerica sviluppato nell'ambito del progetto Eureka EU-147 con l'importante supporto dell'UER. La disponibilità di ricevitori DAB commerciali e della necessaria banda di frequenza determinerà le scadenze per l'introduzione di questi nuovi servizi in grado di provvedere una qualità audio simile a quella dei CD, nonché un significativo miglioramento della qualità di ricezione in automobile. Questa seconda caratteristica del DAB rappresenta la chiave per l'introduzione di futuri servizi avanzati e affidabili orientati dagli automobilisti.

*SUMMARY — **The technological evolution of radio: perspectives of traffic oriented services.** The technological evolution of radio broadcasting systems and receivers has been considered in the paper, focusing the attention on traffic oriented applications. The perspectives of a Traffic Message channel (TMC), as part of the new RDS features on VHF/FM sound broadcasting, to transmit digitally-coded messages are promising. The european DRIVE project «GEMINI» intends to promote, with a direct contribution of the RAI, this technology with field trials on the Italian corridor (Brescia-Trieste motorway) in two-three years time.
A further remarkable technological innovation, before the end of this century, will be the introduction of DAB, the Digital Audio Broadcasting system developed under the EU-147 project with the important support of the EBU. The availability of consumer DAB receivers and of new frequency bands will determine the time-scale for the introduction of these new services capable to provide CD audio quality as well as a significant improvement of the reception quality in the car. This second feature of DAB is the key for the introduction of advanced and reliable future services oriented to the motorists.*

1. Introduzione

A partire dagli anni Venti, con l'adozione della modulazione di ampiezza (MA) per i programmi di diffusione via radio all'utenza domestica, si è avuta un'evoluzione tecnologica significativa per quanto riguarda sia la tecnologia della generazione e trasmissione del segnale, sia degli apparecchi radio.

La modulazione di ampiezza, con suono monofonico, è tuttora utilizzata per la radiodiffusione nelle diverse bande di frequenza, con proprietà diverse relativamente alle caratteristiche di propagazione. La banda delle *onde lunghe* (OL) è normalmente impiegata per servizi a lungo raggio e offre la possibilità di coprire tutto il territorio nazionale con trasmettitori ad elevata potenza. Tuttavia, l'uso di questa banda di frequenza è limitato da un numero ridotto di canali disponibili. Nelle bande delle *onde medie* (OM) e delle *onde corte* (OC), l'elevato numero di canali disponibili permette di avere numerosi programmi radio in tutti i paesi europei. Sfortunatamente, la banda delle onde corte non è tecnicamente adatta per i servizi diretti agli automobilisti a causa delle condizioni di propagazione estremamente variabili nel corso della giornata.

Agli inizi degli anni Quaranta è stato fatto un significativo passo in avanti con l'introduzione della modulazione di frequenza (MF) per la radiodiffusione in VHF (Banda II). Questa tecnica, a causa della sua intrinseca resistenza al rumore e ad altri disturbi, ha permesso di ottenere un notevole miglioramento della qualità di trasmissione e di introdurre il suono stereofonico, a spese di una maggiore occupazione della larghezza di banda rispetto alla modulazione di ampiezza (MA).

L'enorme espansione delle reti autostradali e del traffico in Europa, sin dagli anni Sessanta, ha richiesto la necessità di trovare tecniche adatte per assistere gli automobilisti mediante informazioni sul traffico, continue ed in tempo reale, attraverso i canali radiofonici. In Italia, una soluzione tecnica, conosciuta come *servizio di diffusione monofonica in isofrequenza MF* (Isoradio) è stata introdotta dalla RAI in collaborazione con la Società Autostrade S.p.A. (bibl. 1). Lo scopo è di offrire agli automobilisti uno speciale programma in VHF/MF, che non richiede nessun cambio di sintonia dell'autoradio mentre il veicolo viaggia lungo la rete autostradale ed è ricevibile anche durante i passaggi nelle gallerie. I messaggi sul traffico sono immediatamente diffusi sul canale audio principale non appena se ne presenti la necessità.

La maggior larghezza di banda del segnale MF, rispetto a quello MA, è ora completamente sfruttata nel Radiodata (RDS) (bibl. 2) inserendo, in modo compatibile su una sottoportante a 57kHz, un canale dati associato al programma radiofonico principale. Il Radiodata è lo standard sviluppato nel 1984 dall'Unione di Radiodiffusione Europea (UER) in collaborazione con l'industria europea, ed è attualmente utilizzato in vari paesi europei, associato ai programmi radiofonici in VHF/MF. Il Radiodata è da tempo in servizio sulle tre reti radiofoniche MF della RAI. Questo sistema fu principalmente sviluppato per agevolare la sintonizzazione dei ricevitori, identificando su un visualizzatore il nome dell'emittente che originava il programma (per es. RAI MF1) e per permettere una ricezione continua nella vettura del programma selezionato, attraverso la trasmissione via etere di una lista di frequenze alternative per lo stesso programma. Questa caratteristica è particolarmente interessante per la ricezione in automobile, in quanto permette agli automobilisti che viaggiano in aree servite da trasmettitori diversi, di mantenere l'autoradio continuamente sintonizzato sul programma scelto senza dover intervenire manualmente. Un'altra importante caratteristica dell'RDS, che permette la commutazione automatica dell'ascolto dalla cassetta audio alle trasmissioni in arrivo di messaggi sul traffico, ha migliorato l'efficacia dei servizi orientati agli automobilisti (per es. Onda Verde RAI).

Si prevede che nel prossimo futuro venga fatto un ulteriore considerevole passo in questa direzione con l'introduzione di uno speciale servizio per gli automobilisti, conosciuto come Canale di Messaggi sul Traffico (TMC = Traffic Message Channel), basato sul sistema Radio Data (RDS/TMC). Questo canale permetterà la trasmissione di comunicati sul traffico, *codificati numericamente*, che provengono da un repertorio di messaggi concordato a livello europeo e denominato ALERT (Advice and problem Location for European Road Traffic). Il canale dati RDS/TMC verrà quindi utilizzato per trasmettere una serie di codici che, in ricezione, serviranno per estrarre gli elementi di messaggio pre-registrati in una memoria del ricevitore, concatenandoli per formare il messaggio completo da presentare attraverso un sintetizzatore vocale multilingue, una stampante o altri dispositivi d'uscita.

L'RDS/TMC-ALERT è stato sviluppato dalla Commissione della Comunità Europea, in associazione con l'EUR e con la Conferenza Europea dei Ministri dei Trasporti (ECMT), con l'appoggio dell'industria del settore.

È stato istituito recentemente un progetto DRIVE, chiamato GEMINI, al fine di promuovere in Europa l'introduzione di questo nuovo canale di comunicazione. Il Centro Ricerche della RAI è direttamente coinvolto, in collaborazione con il Coordinamento Radiofonico e gli altri partner del Consorzio Italiano[1], negli studi e nelle sperimentazioni intesi a dimostrare nell'ottica di due/tre anni, la fattibilità tecnica del sistema con una dimostrazione nel corridoio italiano situato su un tratto dell'autostrada Brescia-Trieste.

L'introduzione dell'RDS in VHF/MF fu un primo passo significativo del processo evolutivo della radiodiffusione sonora, attualmente in corso, dal dominio analogico a quello numerico.

Si prevede ora che le tecniche numeriche, già consolidate nella tecnologia dell'audio di consumo con la penetrazione dei Compact Disc (CD) e del DAT (Digital Audio Tape), entrino nel mondo radiofonico con il sistema di diffusione numerica del segnale audio.

Il DAB (Digital Audio Broadcasting) (bibl. 3), è un sistema avanzato, progettato e realizzato da un Consorzio Europeo nell'ambito del Progetto Eureka EU-147 con l'importante contributo da parte dell'UER, in particolare per quanto riguarda la sua normalizzazione. Il sistema è stato progettato per operare in qualsiasi banda di frequenza, sia in VHF che in UHF per la diffusione terrestre, via satellite e in via cavo. Esso soddisfa due requisiti di base: qualità del suono paragonabile a quella del Compact Disc e resistenza del segnale con ricezione mobile anche in difficili condizioni di propagazione multipercorso. Questa seconda caratteristica rappresenta la chiave fondamentale del DAB per servizi orientati al traffico, affidabili e a vasta copertura sui canali terrestri.

L'assegnazione a livello mondiale, fatta dalla Conferenza WARC '92, della banda di frequenze 1452-1492 MHz per la diffusione sonora numerica, apre potenzialmente la porta al DAB anche sui canali per la futura diffusione da satellite in ambito sopranazionale. L'Agenzia Spaziale Europea (ESA), sta ponendo una grande attenzione al DAB via satellite con il proprio progetto Archimedes.

Nel contesto di questo scenario della radiodiffusione in continua evoluzione, un ruolo fondamentale è giocato dall'UER, che sollecita e coordina l'attività dei membri, portando il processo di normalizzazione ad un livello internazionale.

2. RAI-ISORADIO: un servizio VHF/MF per gli automobilisti

Il programma RAI-ISORADIO è uno speciale programma radiofonico iN VHF/MF, irradiato su una rete in isofrequenza che opera a 103.3 MHz. Questa frequenza è stata scelta alla luce di indagini a livello nazionale e internazionale, tenendo in considerazione le clausole stabilite dal Piano di Ginevra per la banda VHF/MF. Il sistema isofrequenza, è stato sviluppato sulla base delle prove effettuate nel 1987 dal Centro Ricerche della RAI di Torino (bibl. 1).

Il programma consiste di musica, diffusa per 24 ore al giorno, sulla quale sono inseriti notiziari, messaggi urgenti e informazioni sul traffico (per es. Onda Verde). I messaggi sul traffico, originati sotto forma di testo dalla Società Autostrade, vengono convertiti da un computer in voce sintetizzata e immediatamente irradiati. I messaggi di Onda Verde sono originati a Roma dal Consorzio CCISS (Centro di Coordinamento delle Informazioni sulla Sicurezza Stradale), che è stato creato dai Ministeri dei Lavori Pubblici e Affari Interni, dalla RAI, dall'ANCI, dall'ANAS e dall'AISCAT, con il supporto finanziario dell'AGIP Petroli.

Il programma RAI-ISORADIO è dedicato in special modo agli automobilisti che guidano sulle autostrade, e

* Ing. Gino Alberico, dott. Mario Cominetti, p.i. Nazario Sauro Tosoni del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 19 marzo 1993.

[1] Il Consorzio Italiano partecipante al progetto Drive-Gemini è composto da: Mizar, RAI, Solari, CSST e AINE

assicura una buona qualità di ricezione grazie alla copertura diretta a servire anche le aree non popolate lungo il percorso. Lo scopo è quello di coprire l'intera rete autostradale italiana con un'unica frequenza in VHF/MF (103.3 MHz).

Le caratteristiche principali del sistema possono essere riassunte nel modo seguente:

- I messaggi sul traffico sono tempestivamente diffusi interrompendo il programma sonoro principale non appena essi sono disponibili;
- Non è necessario risintonizzare l'autoradio, anche nel corso di lunghi viaggi;
- La ricezione è buona anche nelle gallerie.

Per ottenere una buona qualità del servizio lungo tutto il percorso, è stato necessario soddisfare i requisiti seguenti:

- i trasmettitori devono operare esattamente sulla stessa frequenza portante;
- la differenza di profondità di modulazione fra i diversi trasmettitori deve essere trascurabile;
- nei punti dove i segnali provenienti da due trasmettitori sono ricevuti contemporaneamente, con livello paragonabile, il ritardo fra i due segnali deve essere reso minimo.

Per le suddette ragioni, la rete isofrequenza è costruita con una serie di trasmettitori VHF/MF, posti ad intervalli regolari lungo l'autostrada e alimentati da un cavo in fibra ottica che trasporta il segnale RF modulato in frequenza. In galleria il segnale MF è irradiato per mezzo di una linea fessurata.

L'autostrada Firenze-Bologna, che attraversa l'Appennino e ha numerose gallerie, fu il primo tratto equipaggiato con questo sistema utilizzando 20 stazioni trasmittenti. Le trasmissioni regolari iniziarono nel luglio 1987 ed ora, dopo alcune campagne di misure su questo tratto, il servizio viene esteso ad altre regioni (vedere la figura 1) ed è attualmente disponibile su oltre 650 km di autostrada con 52 stazioni trasmittenti in funzione (bibl. 4).

Fig. 1 — Copertura del servizio RAI-ISORADIO al 1991.

3. RDS/TMC-ALERT

La diffusione di messaggi sul traffico agli automobilisti, attualmente effettuata con annunci vocali, presenta alcuni incovenienti e limitazioni. Prima di tutto, l'elevata densità del traffico e il conseguente grande numero di incidenti, richiederebbero la trasmissione di numerosissimi messaggi e quindi continue interruzioni del programma sonoro. In secondo luogo, è necessario distinguere fra i diversi tipi di messaggi, quali messaggi *strategici* per la pianificazione di viaggi a lunga distanza e messaggi *tattici* che aiutino gli automobilisti ad evitare problemi di traffico regionale o locale, indicando un percorso alternativo. Un'altra limitazione è relativa al linguaggio usato per gli annunci, che deve consentire anche ai turisti stranieri, che non hanno familiarità con la lingua del paese che stanno visitando, di accedere alle informazioni.

Questo problema è stato analizzato dalla Comunità Europea, congiuntamente all'UER e alla Conferenza Europea dei Ministeri dei Trasporti (ECMT), creando un gruppo di esperti sull'RDS/TMC.

Il concetto basilare del Canale per Messaggi sul Traffico (TMC), prevede la trasmissione di messaggi tramite dei codici raccolti in un catalogo europeo di messaggi standard, memorizzato nel ricevitore nella lingua scelta dall'utente. La trasmissione all'utente di questi messaggi sul traffico, avviene sotto forma numerica e in modo silenzioso, senza interrompere il programma sonoro, utilizzando il sistema Radiodata.

La procedura di codifica di un generico messaggio è basata sul protocollo *ALERT* (Advice and problem Location for European Road Traffic) (bibl. 5). Esso prevede un insieme di regole che definiscono i diversi campi con cui costruire il messaggio e il loro formato. Inoltre, nel protocollo ALERT viene definito un catalogo di eventi, concordato a livello europeo, che comprende, ad esempio, la descrizione di eventi climatici e di problemi relativi al traffico a tutti i livelli. I codici associati ad ogni evento sono indipendenti dal linguaggio, pertanto i messaggi ricevuti possono essere interpretati nella lingua scelta dall'utente e convertiti in voce da un sintetizzatore vocale associato all'autoradio.

Il protocollo ALERT prevede diversi tipi di messaggi: messaggi per l'utente e messaggi di sistema. I messaggi di sistema sono destinati alla gestione della decodifica TMC. I messaggi di utente sono quelli effettivamente presentati all'utente (messaggi di informazione) e si suddividono a loro volta in diverse categorie, a seconda di quanti gruppi RDS vengano utilizzati per la loro codifica. Nel caso del messaggio standard, che utilizza un solo gruppo RDS (37 bit utili), la codifica utilizza i 5 campi seguenti:

- **Evento** (11 bit): contiene la descrizione del problema di traffico (incidente, lavori in corso, ecc.), della situazione climatica, o avvisi di varia natura. Circa 800 dei 2048 possibili eventi, sono attualmente definiti dalla norma ALERT.

- **Località** (16 bit): indica l'area, il segmento di autostrada o il punto in cui è localizzato l'evento. Presuppone l'esistenza di un database di località (massimo 65536 località), codificate secondo uno schema comune al trasmettitore ed ad ogni ricevitore.
- **Estensione** (4 bit): indica l'area adiacente o il tratto stradale interessato dall'evento rispetto alla località indicata dal campo precedente e, dove necessario, la direzione di traffico interessata. Se l'evento descrive una situazione localizzata in un punto preciso, l'estensione è pari a zero.
- **Durata** (3 bit): fornisce una previsione della possibile durata dell'evento.
- **Avviso di diversificazione** (1 bit): indica agli automobilisti quando sia opportuno seguire un percorso alternativo che viene dato da un ulteriore messaggio in arrivo.

Informazioni opzionali, che danno maggiori dettagli o che trattano situazioni insolite, possono essere aggiunte al messaggio standard impiegando i cosiddetti messaggi multi-gruppo.

Alcuni prototipi di ricevitori TMC sono in fase di sviluppo e verranno provati nell'ambito dei progetti di ricerca europea CARMINAT e DRIVE-GEMINI. A lungo termine, si prevede che un'unità ricevente TMC non sarà più costosa di un autoradio di classe medio/alta. Dal punto di vista dell'utente, l'unità TMC dovrà fornire messaggi nella lingua selezionata attraverso un sintetizzatore vocale, interrompendo il programma sonoro solo se detti messaggi sono urgenti; diversamente, i messaggi in arrivo vengono memorizzati nel ricevitore e potranno essere consultati successivamente.

La RAI sta partecipando, in qualità di partner del Consorzio Italiano, al progetto europeo GEMINI (Generation of Messages In the New Integrated road transport environment), nell'ambito del programma DRIVE II. GEMINI è un progetto pilota multinazionale, che raggruppa esperti di informatica dell'industria, dei governi e dei ministeri dei trasporti di quattro paesi, avente lo scopo di sviluppare un sistema per informazioni agli automobilisti, che ha come obiettivo l'integrazione della rete di generazione e trasmissione di messaggi RDS/TMC, lo sviluppo dei ricevitori TMC installati a bordo dei veicoli e dei pannelli a messaggio variabile (VMS = Variable Message Sign), posizionati sulle strade. Alcuni pannelli a messaggio variabile sono già installati sulle autostrade e sono attualmente comandati a distanza da un operatore. Tali cartelli potranno quindi essere predisposti per ricevere via etere i messaggi RDS/TMC, visualizzando quelli di interesse per la zona in cui sono installati.

La configurazione sperimentale del sistema, studiata dalla RAI e da altri partner italiani nell'ambito del progetto GEMINI, è illustrata in figura 2. Il sistema, attualmente in fase di sviluppo, dovrebbe essere dimostrato al termine del progetto GEMINI (nel 1994 circa) sul corridoio italiano situato in un tratto dell'autostrada Brescia-Trieste.

Le informazioni sul traffico, originate da diverse sorgenti, vengono raccolte presso il CCISS, dove esistono anche strutture per l'editing e per la convalida dei messaggi. I messaggi da trasmettere sulla rete RDS/TMC vengono inviati, tramite pagine Televideo (il servizio-teletext della RAI), ai diversi trasmettitori MF attraverso la rete televisiva nazionale in ponte radio della RAI. L'informazione trasportata via Televideo, su pagine dedicate, comprende, oltre ai messaggi codificati sul traffico secondo

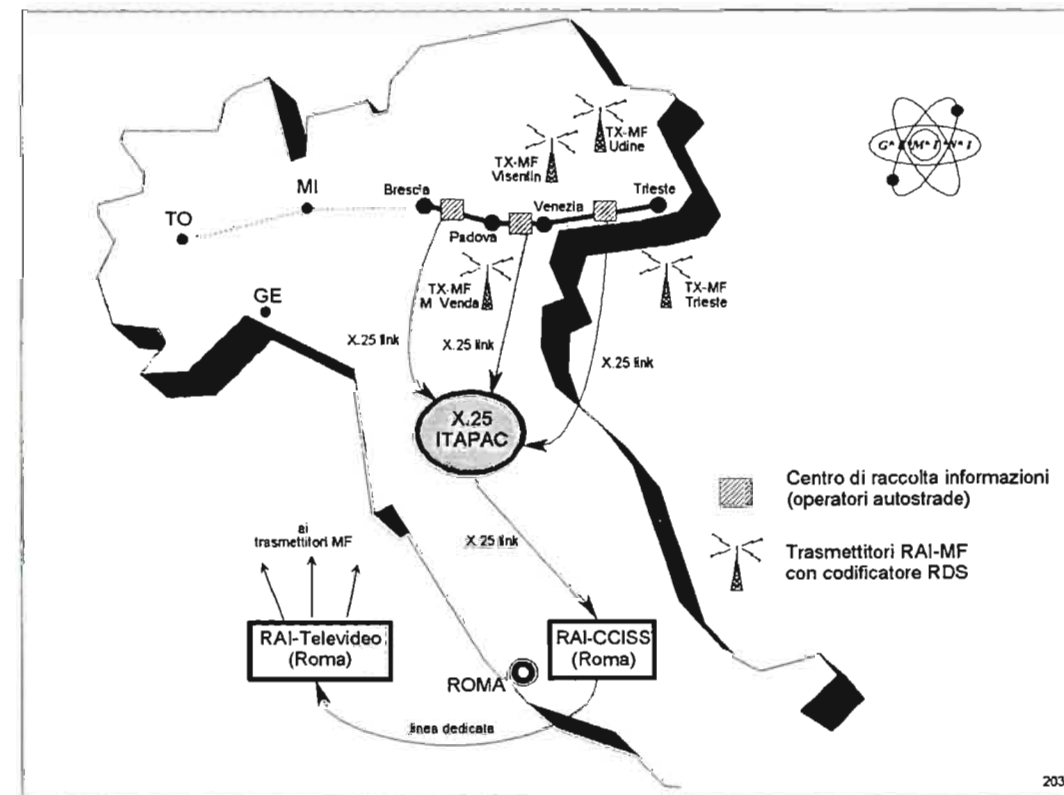



Fig. 2 — Struttura della dimostrazione finale del progetto GEMINI.

ALERT, anche un indirizzo di destinazione, dando così la possibilità di diffondere messaggi con diversi livelli di interesse (regionale, nazionale, etc.) in diverse aree (Nord, Centro, Sud) oppure in tutto il paese. In ogni centro trasmittente MF, solamente i messaggi di interesse per la relativa area di servizio insieme con i messaggi di interesse nazionale, vengono estratti dalle pagine di Televideo, codificati in modo opportuno e inseriti sul canale RDS/TMC per la diffusione nel programma MF.

4. Diffusione Audio Numerica

Il DAB (Digital Audio Broadcasting) è la più importante innovazione tecnologica nella diffusione sonora dall'invenzione della radio (bibl. 3). Il DAB è stato studiato e sviluppato dal Consorzio Eureka EU-147, il progetto europeo creato nel 1987 per identificare e realizzare un sistema numerico avanzato per diffusione radiofonica terrestre, capace di migliorare in modo significativo la qualità dell'audio e di superare la congestione dello spettro nella banda VHF/FM. Sin dall'inizio, il progetto è stato influenzato dalla penetrazione delle tecniche digitali nel mercato consumer, per es. Compact Disc (CD), CD-I (CD-Interactive), Cassetta Compact Numerica (DCC), Nastri Audio Numerici (DAT), ecc. Tuttavia, la ragione per la quale gli enti di radiodiffusione hanno seguito con estremo interesse i progressi dell'EU-147 non è stata semplicemente la possibilità di ottenere una perfetta qualità del suono nei programmi radiofonici; una ragione ancor più importante era la possibilità di superare il degradamento della qualità VHF/MF nella ricezione mobile e in presenza di riflessioni e interferenze, frequentemente riscontrabili nelle principali aree urbane.

Il DAB è in grado, inoltre, di offrire vantaggi significativi nello sfruttamento dello spettro, poiché l'adozione di tecniche numeriche permette, per esempio, di operare su reti a frequenza singola (SFN = Single Frequency Network) su scale nazionale. Con un occupazione di banda richiesta da un blocco DAB pari a 1,5 MHz, è possibile diffondere fino a 12 programmi audio monofonici o, in alternativa, fino a 6 programmi audio stereofonici con qualità paragonabile a quella del Compact Disc includendo un'ulteriore capacità per servizi dati indipendenti.

Le principali caratteristiche del DAB possono essere riassunte come segue:

- l'elevata qualità di trasmissione soddisfa le richieste più esigenti, offrendo un ascolto paragonabile a quello del Compact Disc;
- sarà possibile ottenere una ricezione stabile ed eccellente anche con ricevitori portatili ed in automobile;
- le distorsioni e le interruzioni della ricezione su un veicolo in movimento verranno globalmente eliminate;
- è possibile conseguire un elevato sfruttamento dello spettro e ridurre la potenza dei trasmettitori;
- gli apparecchi radio saranno di più facile concezione, non richiedendo alcuna sintonizzazione normale del ricevitore. Al contrario, un identificatore di programma verrà attivato premendo semplicemente un tasto;
- sarà disponibile un canale di informazioni sul traffico più efficiente e con maggior capacità ed affidabilità del canale TMC attuato nel Radiodata.

Le soluzioni tecniche adottate nel DAB sono:

- il sistema **MUSICAM**: normalizzato dall'ISO (MPEG) impiegato per codificare il segnale audio, nel campo numerico, sfruttando le proprietà psicofisiche dell'orecchio umano. Questa tecnica di compressione avanzata permette di ottenere una qualità audio soggettiva molto elevata, utilizzando un bit-rate di 128 ÷ 200 kbit/s per la trasmissione di un canale stereofonico (il Compact Disc richiede un flusso dati di circaA 1.4 Mbit/s);
- l'**OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) utilizzato per trasmettere l'informazione sul canale a radiofrequenza. Questa tecnica di modulazione permette di superare i problemi di ricezione in MF in difficili condizioni di propagazione (ad esempio in presenza di riflessioni multiple), tipica della ricezione mobile specialmente in aree urbane ed in zone montagnose. Il principio è quello di distribuire l'informazione da trasmettere su un gran numero di portanti numeriche molto vicine, indipendenti, equispaziate e sincronizzate fra loro. L'affievolimento selettivo in frequenza, introdotto dagli echi sul segnale ricevuto, distorce quindi solamente un numero limitato di portanti. Grazie alla struttura interlacciata dei diversi servizi audio nel multiplex del sistema, gli errori di trasmissione vengono ridistribuiti sui diversi programmi audio e vengono recuperati da un sofisticato sistema di correzione d'errore nel ricevitore, basato sulla codifica convoluzionale e la decodifica di Viterbi. Ciò permette di raggiungere in molti casi una ricezione di buona qualità, anche in situazioni critiche rispetto al sistema analogico MF.
- Uno sfruttamento flessibile della capacità di trasmissione, che permette di riallocare dinamicamente la capacità assegnata ai programmi audio e quella relativa ai canali dati a seconda delle diverse esigenze.

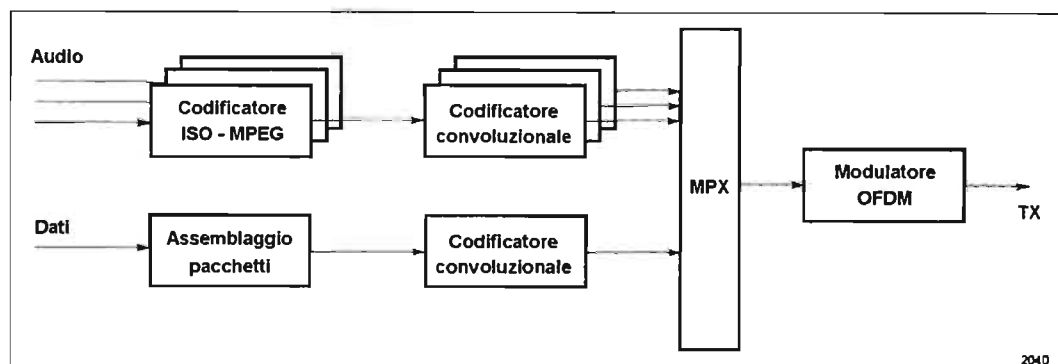



Fig. 3 — Diagramma a blocchi della struttura di emissione del DAB.

Un diagramma a blocchi semplificato della struttura del sistema DAB è riportato in figura 3.

Il DAB è stato dimostrato con successo al pubblico in diverse occasioni (per es. ORB '88, ITU-COM '89, NAB '90 e 91, Montreux '92), ed è ora in fase avanzata di sperimentazione in diversi paesi europei. In Italia, il Centro Ricerche della RAI, sta conducendo una attività di ricerca su larga scala e sta preparando, a breve termine, una campagna di prove su base regionale su una rete a singola frequenza (SFN), impiegando alcuni trasmettitori nella banda VHF. Lo scopo di questa campagna è di valutare le prestazioni del DAB con quelle dell'attuale sistema di radiodiffusione MF in condizioni di ricezione fissa, portatile e mobile, valutando le rispettive aree di copertura, la qualità del suono e le implicazioni sulla struttura della rete.

Come conseguenza dei risultati promettenti ottenuti dall'EU-147, le Organizzazioni Radiofoniche Europee stanno ora trattando la questione relativa alla tempistica per l'introduzione del DAB, preparando la fase di transizione. Un requisito fondamentale, per i fornitori di servizi e per l'industria, è che i ricevitori DAB convenzionali siano anche in grado di operare con i programmi radio in MA/MF esistenti nelle attuali bande di frequenza. Il problema cruciale per l'introduzione del servizio, sarà quindi l'identificazione dei canali diffusivi disponibili o, più in generale, l'identificazione della banda di frequenza. In base ai risultati di un questionario dell'UER si prevede che, nella maggior parte dei paesi europei, la fase di transizione inizi tra il 1996 e il 2000, sebbene non si escluda che in alcuni paesi (ad es. la Germania) possa iniziare nel 1995, quando i ricevitori commerciali della prima generazione potranno essere disponibili sul mercato.

I ricevitori DAB della prima generazione sono progettati con lo stesso formato degli autoradio, facili da maneggiare, veloci da estrarre, molto resistenti alle interferenze e in grado di usare una semplice antenna ricevente multibanda ed omnidirezionale. Dovrebbe essere anche possibile ottenere nuove interessanti caratteristiche grazie alla flessibilità intrinseca del multiplex numerico, che consente l'introduzione di servizi addizionali tra cui la trasmissione di messaggi codificati sul traffico (TMC), ecc. I ricevitori dovrebbero funzionare su tutte le bande di frequenza usate per la diffusione radiofonica in MA e MF, non escludendo la Banda I, al fine di permettere lo sfruttamento, anche se a lungo termine, della gamma di frequenza a 1452-1492 MHz recentemente assegnata su base mondiale dalla Conferenza WARC '92 alla diffusione sonora terrestre e da satellite. L'utilizzo di detta banda di frequenza per i servizi DAB è già pianificato in Canada e Australia.

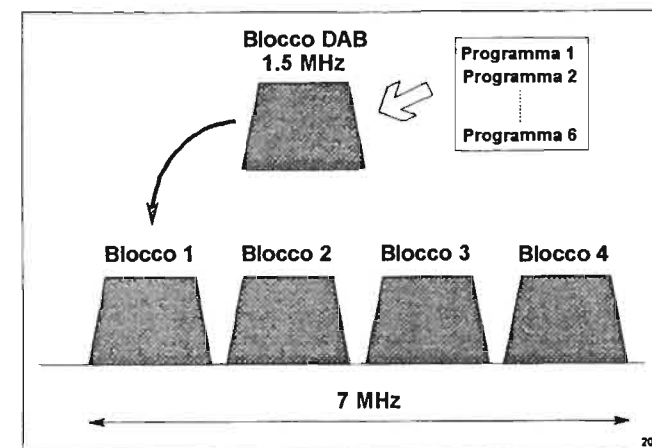



Fig. 4 — Allocazione di quattro blocchi DAB in un canale VHF (7 MHz)

In Europa, i primi servizi DAB dovrebbero essere introdotti raggruppando 4 «blocchi DAB da 1,5 MHz» per inserirli in un canale televisivo da 7 MHz (vedere la figura 4).

Il canale utilizzato per questo scopo in molti paesi europei è il canale 12 (223 ÷ 230 MHz) in banda III. La possibilità di una futura organizzazione delle attuali allocazioni in VHF/MF nella Banda II, è attualmente all'esame della CEPT.

(4080)

BIBLIOGRAFIA

1. - F. Angeli, M. Gunetti: *Servizio Isofrequenza sulle autostrade.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, aprile 1989.
2. - M. Cominetti: *Il Radiodata: nuovo servizio in radiofonia MF.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 2, aprile 1985.
3. - F. Konzamernik: *Digital Sound Broadcasting System Concepts.* Articolo presentato a Europa Telecom 92, Budapest, 12-17 Ottobre 1992.
4. - M. Picchiotti, S. Tarantino: *Isofrequency VHF/FM service for motorists.* «Rivista Tecnica dell'UER», n. 247, Giugno 1991.
5. - Alert-c: *Traffic message Coding Protocol Proposed Prestandard.* Novembre 1990.

SISTEMA AUTOMATIZZATO PER MISURE DI CAMPO RADIOELETTRICO

C. MAZZARA, D. SPOTO*

SOMMARIO — Viene illustrato un sistema per la misura automatica dell'intensità di campo elettromagnetico nelle gamme VHF e UHF. Tale sistema consente la memorizzazione dei valori ottenuti e la loro successiva elaborazione statistica per gli scopi di pianificazione e controllo dello spettro radioelettrico. Del sistema, operativo presso il Centro Controllo Emissioni Radioelettriche PT di Palermo, è illustrata l'architettura sia della versione da centro fisso che da mezzo mobile.

SUMMARY — The paper give the electromagnetic field automatic measure system in the frequencies ranges VHF and UHF. The system make feasible the storage and the following statistic processing of measured values for the porpouses of radio frequency spectrum monitoring and planning. The system structure is illustrated both in the fixed monitoring station (Palermo C.C.E.R.) application and in the mobile monitoring station one.

1. Introduzione

La legge n. 223 del 6.8.90 ha sancito il regime di autorizzazione per gli impianti radioelettrici di diffusione radio televisiva pubblica e privata. Tale legge, che come è noto ha avuto un iter travagliato, colma di fatto una parzialità legislativa che esonerava dall'obbligo della concessione per i servizi e le stazioni radioelettriche, definiti negli art. 314 e 315 (bibl. 1), gli impianti di diffusione radiotelevisiva privati. La recente approvazione del «Piano di assegnazione delle frequenze», e del «Regolamento di attuazione» della succitata legge, insieme all'obbligo della concessione, ha come conseguenza il rispetto, per gli impianti autorizzati ed in concessione, delle opportune norme tecniche e l'uso esclusivo di apparecchiature omologate o autorizzate dall'Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni (art. 319 bibl. 1).

Le norme tecniche relative agli impianti di diffusione televisiva privata, nel rispetto delle gamme di frequenza e canalizzazioni fissate dal piano di ripartizione delle frequenze (bibl. 2) per tali servizi, è facile immaginare, saranno coerenti con quanto definito in campo internazionale (bibl. 3, art. 5, app. 7, 8, ecc.).

È chiaro quindi che il regime di concessione «perfetto», richiederà un forte impegno da parte degli organi preposti al controllo ed alla pianificazione, relativamente al radiomonitoring delle caratteristiche di qualsiasi tipo di stazione radioelettrica, ma si appalesa anche la necessità di una razionale memorizzazione dei dati acquisiti al fine della verifica del rispetto dei parametri tecnici fissati per quel tipo di servizio o impianto radioelettrico, e per la manipolazione statistica di tali dati al fine della pianificazione dei servizi.

2. Automatizzazione delle misure

La gran massa di dati che bisogna raccogliere impone quindi l'adozione di un sistema di misura che riduca al minimo l'intervento umano e che abbia buone capacità di immagazzinamento di «record» e che inoltre consenta l'elaborazione statistica dei dati suddetti che altrimenti sarebbero di difficile intelligibilità proprio per la grande quantità di «numeri» con cui si avrebbe a che fare.

Il sistema che si descriverà nel seguito, attualmente operativo presso il centro controllo emissioni radioelettriche PT di Palermo (vedi figure 1 e 2), offre una risposta alle problematiche sollevate ed inoltre, mediante una efficace combinazione di hardware e software, risponde agli scopi fissati per i centri di radiomonitoring (bibl. 4) che si elencano brevemente di seguito:
1) osservazioni auditive e visive;
2) identificazione delle emissioni;
3) misure di frequenza e di intensità di campo elettromagnetico;

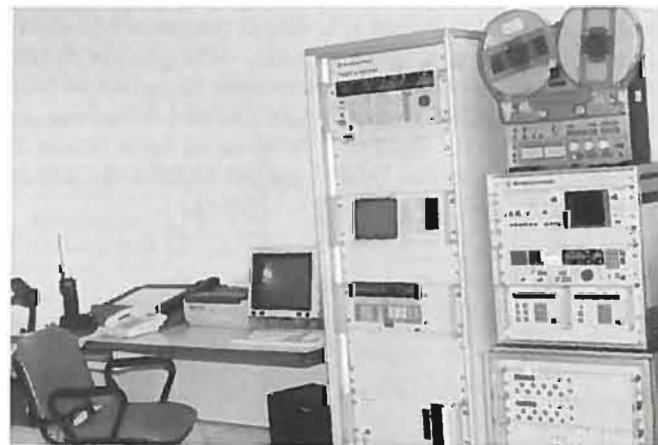



Fig. 1 — Vista delle apparecchiature utilizzate.

* Ing. Carlo Mazzara e ing. Domenico Spoto del Circolo Costruzioni T.T. di Palermo (Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni).
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 20 aprile 1992.

Fig. 2 — Sistema di antenne attualmente usato per il radiomonitoring dell'intervallo in frequenza 20-1000 MHz.

4) misura della larghezza di banda delle emissioni e dell'indice di modulazione;
5) registrazione dell'occupazione dello spettro;
6) radiogoniometria;
7) monitoraggio dell'area di copertura delle stazioni trasmittenti appartenenti a determinati servizi;
8) identificazione di stazioni non autorizzate.

Nel seguito si darà particolare rilievo a come il sistema svolga le attività di cui ai capitoli 3, 4 e 5.

3. Configurazione del sistema

In figura 3 è illustrata la configurazione hardware del sistema che si compone di tre antenne, di cui una log-periodica a doppia polarizzazione utilizzata per le misure di campo e per l'individuazione della direzione di massimo segnale, un'antenna conico-spirale con diagramma di radiazione pressoché circolare sul piano azimutale, ottimizzata per la radiosorveglianza, e per ultima, un'antenna attiva per il controllo della gamma VHF bassa.

I segnali RF provenienti dall'antenna log-periodica sono inviati direttamente al ricevitore di misura (Rohde & Schwarz ESVP); il segnale a frequenza intermedia, disponibile all'uscita, è inviato ad un analizzatore di modulazione (Rohde & Schwarz FAM) per l'estrazione dei parametri caratteristici di modulazione, ed a uno Spectrum monitor in grado di effettuare un'analisi fine dell'occupazione spettrale, potendosi avere la risoluzione di 30 Hz su di uno span massimo di 2 MHz. Lo spectrum monitor è anche utilizzato per le misure di occupazione di banda

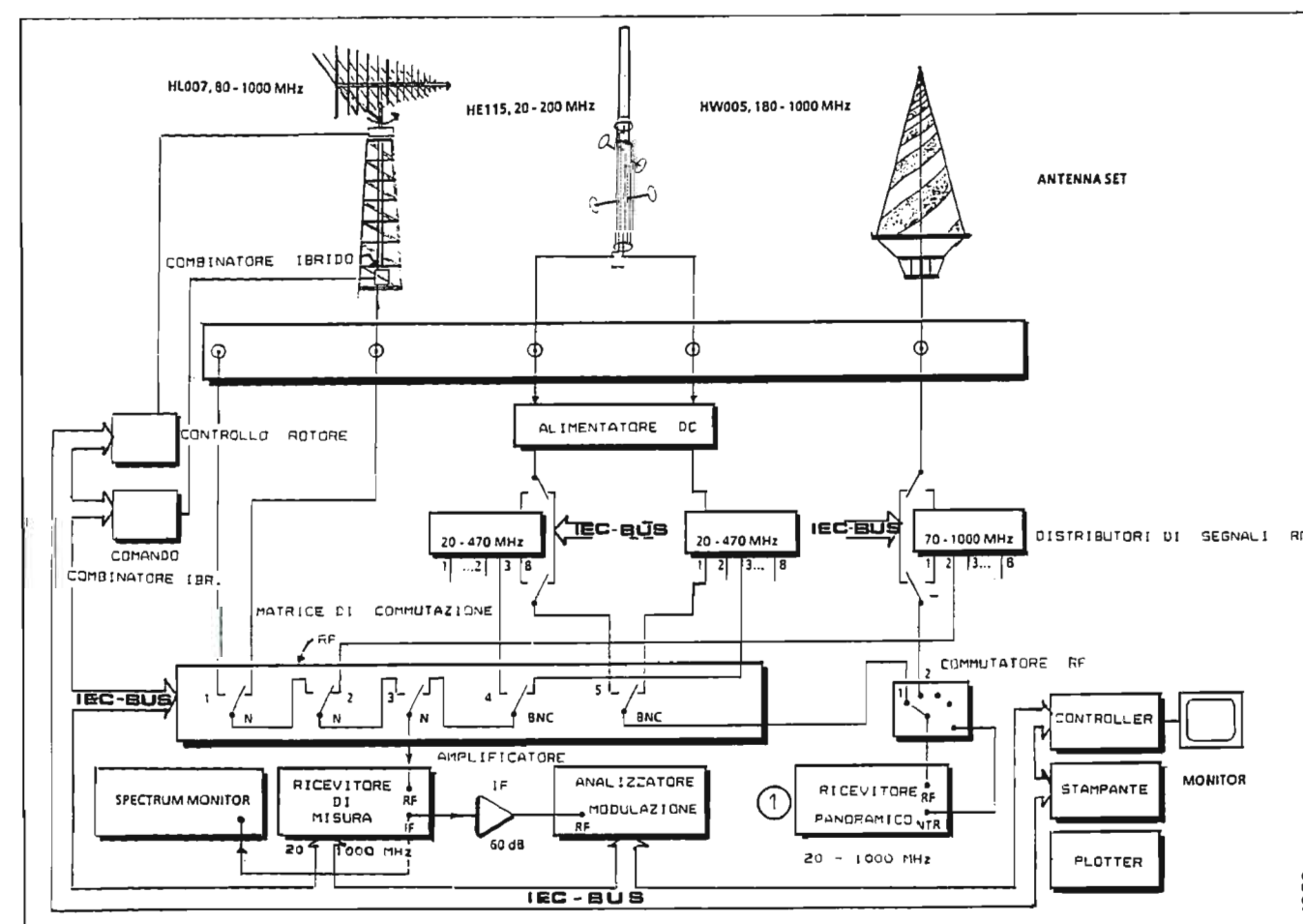



Fig. 3 - Schema a blocchi del sistema automatico di misura. Sono messi in particolare evidenza il sistema di antenna e la matrice di commutazione che connette, da programma, le antenne ai ricevitori di radiomonitoring.

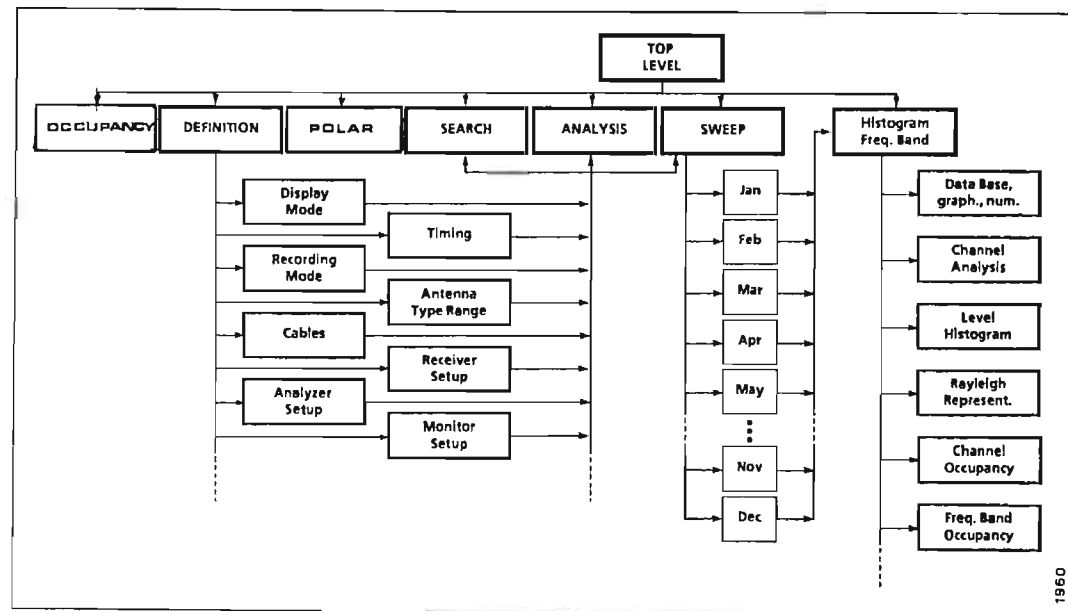



Fig. 4 — Schema software del sistema che evidenzia il «database» di tipo calendariale per la raccolta dei dati, e le tabelle di settaggio dei vari dispositivi e dei modi di registrazione e visualizzazione.

con, per esempio, il metodo a 26 dB consigliato dal CCIR (bibl. 5).

Nello schema si può notare la presenza di un ricevitore panoramico (Rohde & Schwarz ESM 500) che è utilizzato indipendentemente dal ricevitore di misura. In tal modo è possibile avviare delle routine automatiche di misura e contemporaneamente un operatore può svolgere l'attività di controllo dello spettro con il ricevitore panoramico collegabile, tramite un commutatore RF, sia all'antenna attiva che all'antenna conico-spirale. Sono indicati nello schema tre distributori di segnali dei quali alcune uscite RF sono disponibili per altre utilizzazioni. È previsto inoltre il by-pass di due di questi distributori per verificare la presenza di eventuali prodotti di intermodulazione causati da livelli elevati di segnale all'ingresso degli amplificatori RF.

Da notare che pur essendo presenti tre antenne, i «percorsi» di segnali RF selezionabili via software o manualmente, sono sette. Infatti, tramite un accoppiatore ibrido, sono disponibili quattro polarizzazioni per l'antenna log-periodica (V, H, Circolare destrogira, Circolare levogira), e due polarizzazioni (V, H) per l'antenna attiva.

In figura 3 è anche indicato il bus (IEEE 488) che consente la gestione del sistema da parte di un controller (Rohde & Schwarz PCA 2).

4. Struttura del software

In figura 4 è illustrata la configurazione software del sistema che si sviluppa su diversi livelli in una struttura di tipo «top-down». L'operatore attraverso menu nidificati può accedere ai diversi livelli. Il programma «Top level» viene caricato all'accensione del sistema e provvede alla selezione degli altri programmi. Tutte le funzioni di sistema che comprendono i comandi MS-DOS, il BASIC interprete, l'interprete PASCAL/BASIC ed i file batch per gli start dei programmi, «define», «search», «sweep», ecc., sono in linguaggio PASCAL, adottato per ragioni di velocità, struttura ed efficace uso della capacità di memoria RAM disponibile, mentre i programmi di utilità sono scritti in BASIC allo scopo di facilitarne le variazioni e le estensioni. La struttura a blocchi di programmi consente l'inserimento, con relativa facilità, di ulteriori moduli di programma.

4.1 PROGRAMMA «DEFINITION»

Il programma «definition» consente di fissare il set up degli strumenti e le condizioni di misura, in particolare l'antenna da utilizzare, la polarizzazione ed il range di frequenza. Il sistema provvederà automaticamente, durante la scansione in frequenza, alla commutazione d'antenna in base a quanto fissato nel set up di definizione.

Si possono fissare i modi di registrazione, vedi figura 5, con i tempi di avvio e fine routine (start e stop) o partenza immediata della misura (autostart), l'intervallo di

Setup	Timing & recording	File: Palermo1 saved
Type	Input Data	Help and input data range
Start Time	immediately	hh:mm:ss, immediately
Stop Time	<00:10:00>	hh:mm:ss, indefinite, <./.>
Interval	00:01:00	hh:mm:ss, continuous, single shot
Autostart	Off	On, Off
Data reduce	0 dBμV/m	exceeding Level, Off
Mass storage -Plotter	Off	On, Off only [EZM control]

Fig. 5 — Tabella dei modi di registrazione. Tutte le tabelle di setup sono divise in tre colonne. La prima indica il tipo di settaggio, la seconda il dato, la terza la modalità di immissione del dato medesimo.

Setup	Test receivers	File: Palermo1 saved
Type	Input Data	Help and input data range
Receiver	ESVP	
Demodulator	ON	F3n, F3b, A3Ju, A3J1, A3n, A3b, A1, A0, Off
Attenuation	low Noise	low Noise, low Distortion
IF-Bandwidth	7.5	1000, 120, 12, 7.5 kHz
Indication	AV	AV, PEAK, CISPR, MIL
Mode	GENoff	FREQrem, GENoff
Meas-time	0.1	0.005 ... 10 seconds
Fast Mode	Off	On, Off (Special Function)
Operat. Range	20	20, 40, 60 dB
Preamplifier	ON	On, Off
RF attenuate	AUTO	Auto or 10, 20, ... 140 dB

Fig. 6 — Tabella di settaggio del ricevitore di misura. Fra i dati che possono essere settati vi è l'inserimento o meno di un preamplificatore RF, il tipo di demodulatore con l'indicazione di picco, media o a norme CISPR del livello di segnale.

Signal analysis Mode TS9960	Date: 09-21-91
Antenna (used) HL007V	Time: 19:15:44
Center Frequency [MHz]	169.000 MHz
Frequency Offset [kHz]	0.492 kHz
Level (TDC and cable correction)	−11.77 dBuV/m *
FM deviation [kHz]	12.810 kHz
AM depth [%]	.000 %
Detector (used)	HP filter (used)
Deemphasis (used)	LP filter (used)

Fig. 8 — Con riferimento alla fig. 7, l'operatore da tastiera con l'aiuto di una barra di riferimento che compare sul display, si porta sulla frequenza di 169 MHz, la cui analisi appare in forma tabellare.

registrazione della frequenza di ripetizione delle misure effettuabili anche una sola volta (single shot), la possibilità di memorizzare o meno nell'apposito file, i risultati della misura.

Vengono impostati inoltre i parametri del ricevitore di misura (Fig. 6), ovvero: tipo di demodulatore, larghezza di banda, indicazione del livello se di picco o medio, intervallo di misura, ecc. Naturalmente possono essere definiti, tramite apposite tavole di set up, tutti i parametri degli strumenti di misura inseriti nella catena IEC-BUS. È interessante notare come sia possibile fissare una soglia minima di segnale, al di sotto della quale i segnali non vengono misurati, e un livello minimo per i segnali memorizzabili «Data reduce» di figura 5, al fine di non sovraccaricare la disponibilità di memoria del disco fisso. È possibile definire anche delle tabelle di frequenze che possono essere quelle di misura o le frequenze da escludere durante la scansione perché appartenenti a trasmettitori noti o di non interesse.

Di tavole di set up riguardanti le apparecchiature, le modalità di misura, le tabelle di frequenze e tutti i parametri definibili da programma, se ne possono costruire e memorizzare diverse. Gli appropriati file costituiscono quindi una biblioteca che l'operatore può rapidamente richiamare ed utilizzare per il tipo di misura che vuole effettuare.

4.2 PROGRAMMI SWEEP E SEARCH MODE

Nel modo sweep viene svolta una routine di misura in accordo con le condizioni presettate (Fig. 7); è possibile spostarsi sulle varie frequenze della scansione in modo quasi manuale per mezzo del roll-key presente sulla tastiera del controller e con l'ausilio di barre di riferimento che compaiono sul display. In tal modo si è in condizione di scorrere le frequenze visualizzate, selezionare una singola frequenza e farne l'analisi. I risultati di tale analisi sono presentati in forma tabellare (Fig. 8). Inoltre viene effettuato un back up automatico dei dati rilevati nella scansione.

Fig. 7 — Modo sweep. Scansione da 160 MHz a 180 MHz a passi di 25 KHz; livello di soglia −5 dBμV/m; livello max 90 dBμV/m.

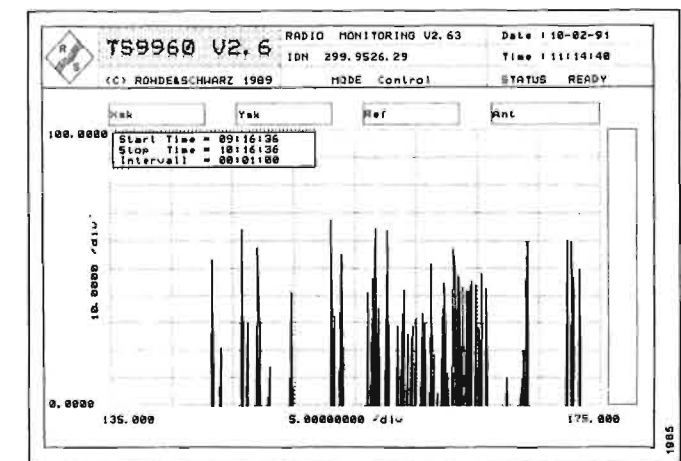



Fig. 9 — Grafico bidimensionale (frequenza-ampiezza), nell'intervallo 140-175 MHz.

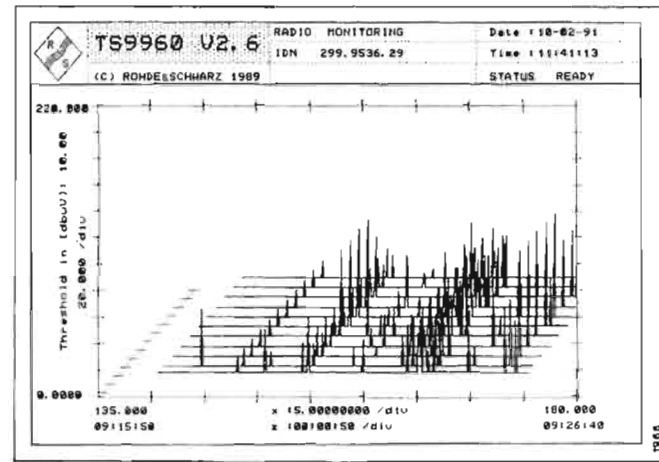



Fig. 10 — Grafico tridimensionale (frequenza-ampiezza-tempo), delle emissioni nell'intervallo 140-175 MHz.

Nel modo «search», il programma consente di individuare ed analizzare le emissioni in accordo con i parametri presettati e le condizioni di ricerca fissate. È possibile modificare i parametri degli strumenti di misura e delle antenne ed è molto utile l'uso delle tabelle di frequenze per velocizzare la ricerca dei segnali di interesse escludendo quelli conosciuti. Il sistema fornisce dei grafici sia bidimensionali che tridimensionali (vedi figure 9 e 10), ed inoltre fornisce, in modo automatico sotto forma di tabella, come illustrato in figura 8, l'analisi di ogni emissione rilevata durante la scansione che soddisfa le condizioni impostate.

4.3 Programma di analisi

Tale programma consente l'analisi dei parametri di un segnale e richiede che sia fissata la frequenza da analizzare; fornisce una tabella del tipo di quella di figura 8, nonché l'analisi grafica della modulazione in funzione del tempo, ovvero la deviazione in frequenza (Fig. 11) e la profondità di modulazione AM (Fig. 12), l'analisi grafica dell'offset di frequenza in funzione del tempo (Fig. 13).

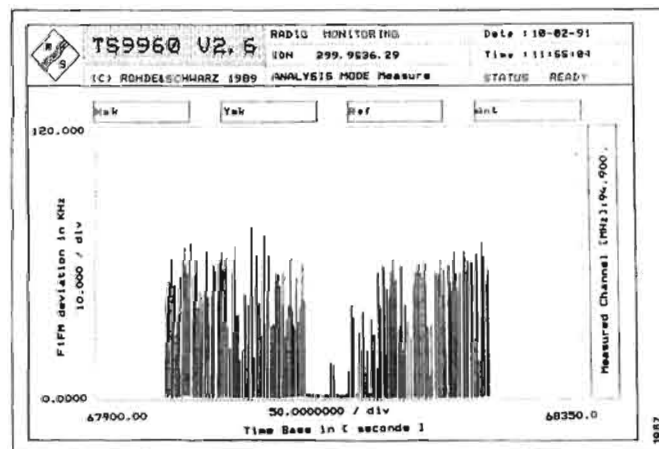



Fig. 11 — Deviazione di frequenza FM di un trasmettitore per radiodiffusione in gamma VHF.

Fig. 12 — Profondità di modulazione AM in percentuale (Portante video canale H in banda III).

4.4 Organizzazione dei file dati

Durante l'attività di misura vengono prodotti con continuità dei file dati (MEAS DATA.DAT); l'Hard disk è organizzato in subdirectory calendariali (Tab. 1). In ogni directory vanno registrati i file di misura di quel mese identificati dalla data di registrazione (es. «11-10-91.DAT» dati misurati l'11 ottobre del 1991). Accanto ai file data vi sono dei file di informazione ed inoltre dei file che contengono le variazioni d'intensità di campo di un singolo canale nel corso di un giorno. Questi file di canale sono creati, sfruttando i dati contenuti nel file «.DAT» e vengono utilizzati dai programmi di elaborazione statistica (STATIST MODE), come si vedrà meglio in seguito. I file

TABELLA 1

Volume in drive F is TESTSYSTEM TS9960
Directory of F:/OCT

<DIR> ....
<DIR> ....
11-10-91 INF 110 11.10.91 13.30 <== info file of 11th oct
11-10-91 DAT 430200 11.10.91 16.00 <== data file of 11th oct

RAI2 D03 1264 20.10.91 8.50 <== channel 'RAI2' 3.oct
RAI2 D04 1264 22.10.91 9.48 <== channel 'RAI2' 4.oct
RAI2 D05 1264 22.10.91 10.20 ......
RAI2 D06 1264 22.10.91 13.45 ......
RAI2 D07 1264 25.10.91 8.11 ......
RAI2 D08 1264 25.10.91 11.23 ......
RAI2 D09 1264 24.10.91 8.30 ......
RAI2 D10 1264 24.10.91 9.05 ......

RAI1 D11 1264 28.10.91 8.52 <== channel 'RAI1' 11.oct
RAI3 D11 1264 28.10.91 8.58 <== channel 'RAI3' 11.oct
RAI2 D11 1264 28.10.91 9.05 <== channel 'RAI2' 11.oct

Subdirectory Ottobre. Il file «11.10.91.DAT» contiene i dati raccolti l'11 ottobre 91. Gli altri file contengono le registrazioni giornaliere dell'intensità di campo di un singolo canale (es. «RAI2 D03» contiene i valori di campo misurati per il canale «RAI2» il giorno 3 ottobre).

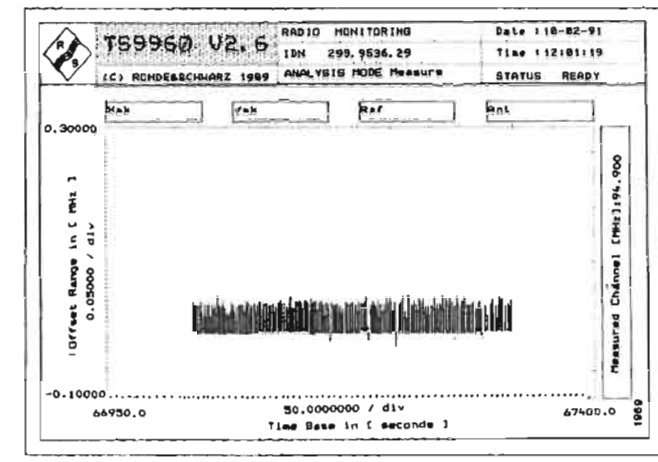



Fig. 13 — Offset di frequenza di un trasmettitore per radiodiffusione in gamma VHF.

di canale sono identificati dal nome del canale, seguito dal giorno di osservazione (es. «RAI2 D11» canale RAI2, registrazione dell'11 ottobre).

5. Programma di elaborazione statistica

È noto che, fissato un punto di misura, il valore di campo in questo punto varia in modo non prevedibile per molteplici cause, fra cui fenomeni meteorologici (umidità, pioggia, variazioni dell'indice di rifrazione atmosferico) che possono assumere anche andamento periodico giornaliero e stagionale.

Gli effetti meteorologici hanno maggior peso all'aumentare della distanza del punto di misura dal trasmettitore e sono particolarmente sentiti nel campo VHF.

Altre variazioni nell'intensità di campo misurata si hanno spostando il ricevitore in punti diversi, mantenendo invariata la distanza in linea d'aria dal trasmettitore. Tali variazioni dipendono dalle irregolarità del terreno quando queste risultano essere di dimensioni comparabili alla lunghezza d'onda del segnale misurato. Inoltre, tali irregolarità della superficie hanno maggiore influenza quanto più vicine risultano al ricevitore. È ovvio che le variazioni di campo misurato da un punto all'altro del terreno, sempre a distanza costante dal trasmettitore, sono accentuate da

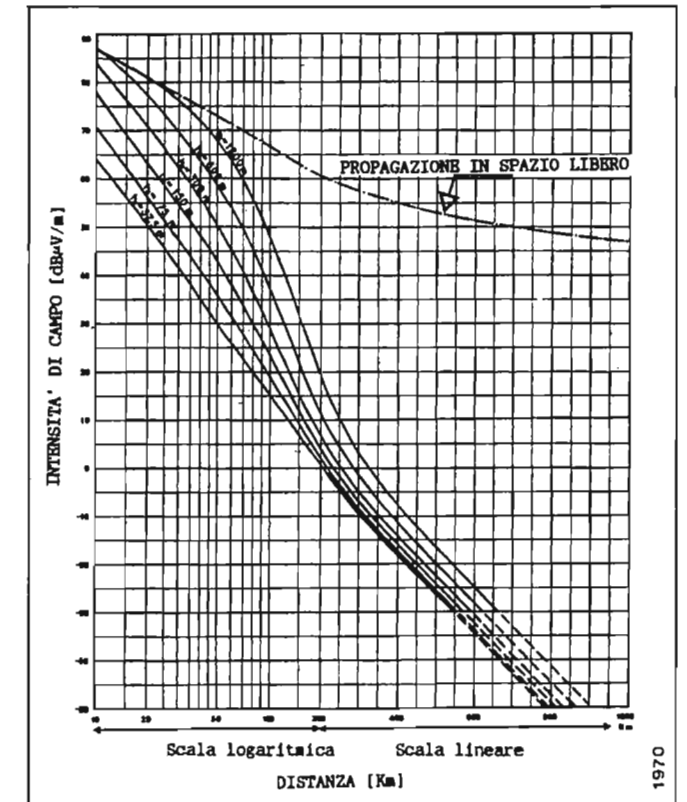



Fig. 14 — Curve di intensità di campo [dBµV/m] per 1 kW di potenza e.r.p., per l'intervallo in frequenza da 30 a 250 MHz (Bande I, II e III), valori misurati eccedenti per il 50% del tempo e nel 50% dei luoghi di misura; h_1 (altezza antenna trasmittente); $h_2 = 10$ m altezza antenna ricevente; $\delta h = 50$ m (Terreno di tipo roccioso presente in Europa ed in Nord America).

fenomeni particolari di rifrazione, diffrazione e riflessione dovuti alla presenza di ostacoli o alle particolari caratteristiche del suolo (acqua salata, argilla, ecc.). Le variazioni casuali del campo ricevuto sono ben evidenziate dalla famiglia di curve di figura 14, tratte dal testo riportato in bibliografia 6, che riportano l'andamento del campo al variare della distanza dal trasmettitore. Tali curve sono date in genere per una data percentuale (per es. il 50% di tempo e il 50% dei luoghi), oltre a ciò le curve sono date per un fissato parametro δh che tiene conto del grado di irregolarità del terreno.

TABELLA 2

Banda	σ_L (dB)				σ_t (dB)				
VHF	8				d (km)	50	100	150	175
					Land and sea	3	7	9	11
	Δh (m)	50	150	300	Land	2	5	7	
		10	15	18	Sea	9	14	20	

Sono indicati i valori σ_L deviazione standard relativa alla distribuzione log-normale dei valori di campo per aree rurali, al variare del luogo di misura. σ_L è costante in VHF e si incrementa all'aumentare di δh, parametro che tiene conto del grado di irregolarità del terreno. σ_t deviazione standard della distribuzione dei valori di campo al variare del tempo.

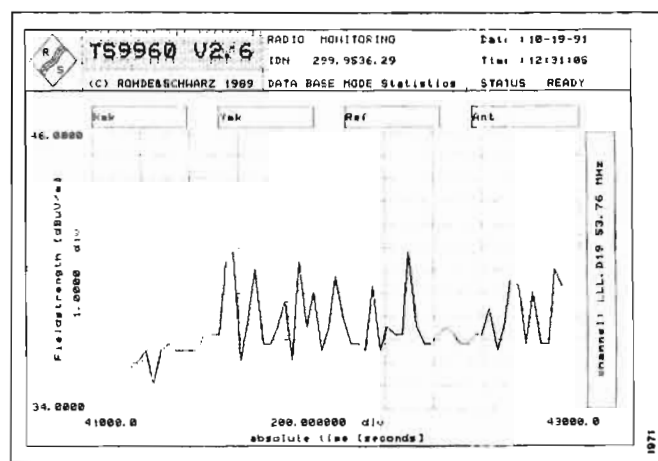



Fig. 15 — Intensità di campo rilevata durante un intervallo di tempo di circa 30 minuti.

Fig. 16 — Andamento della densità di probabilità del campo ricevuto. La massima probabilità (20%), si ha per E≈36,75 dBμV/m.

Diversi studi sono stati condotti per determinare l'andamento statistico del campo elettromagnetico al variare del tempo e del luogo di misura. Per molti scopi pratici di pianificazione e misura, si può assumere che la funzione distribuzione di probabilità dei valori di campo elettrico sia di tipo Log-normale o gaussiana (bibl. 7).

Ciò significa che se indichiamo con:

$E = 20 \log e[\mu V/m]$ (si è indicato con **e** il valore di campo espresso in μV/m)

L'andamento della funzione densità probabilità di E è dato da:

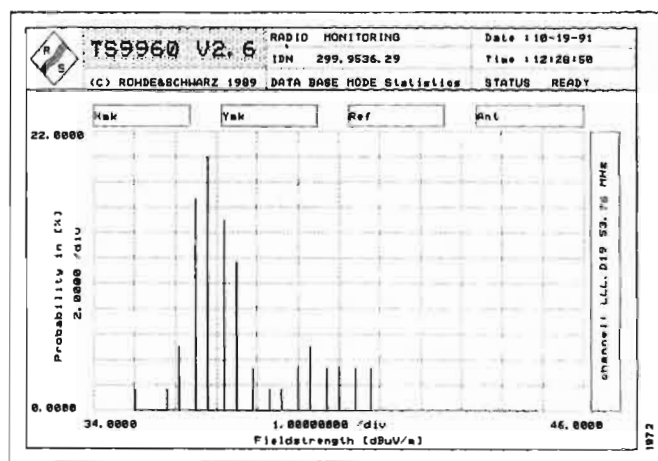
$$f(E) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(E-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{per } -\infty < E < +\infty$$

μ e σ sono rispettivamente la media e la deviazione standard.

La varianza o la deviazione standard, rappresentano una misura della dispersione dei valori della variabile casuale attorno alla media μ.

Si è calcolato che per aree rurali in banda VHF, la deviazione standard ottenuta prendendo in considerazione i valori di campo al variare del luogo di misura è di 8 dB, mentre la σ dei valori di campo al variare del tempo misurati nello stesso luogo è parametrizzata in funzione della distanza tra trasmettitore e ricevitore. Si veda a tal proposito la tabella 2 tratta da bibl. 7.

Il pacchetto software di elaborazione statistica del sistema consente di elaborare i valori di campo misurati e la loro variazione nel tempo. Come visto, il sistema crea dei file per cui è possibile isolare una determinata frequenza o canale e tracciare l'andamento di intensità di campo rilevato nel corso di un fissato periodo di osservazione (Fig. 15). Tali dati sono disponibili anche in forma tabellare.

Fissato un range di misura che ha come limite inferiore E_1 (rumore di fondo) e come limite superiore un valore E_2 che dipende dal range dinamico delle apparecchiature di misura, il sistema elabora automaticamente i dati memorizzati presentandoli sotto forma di istogramma, come illustrato in figura 16. Tale grafico non è altro che l'andamento della funzione densità di probabilità dei valori di campo ricevuti. Il grafico significa che la probabilità (ordinata) che un valore di intensità di campo (ascissa) sia compreso in un piccolo intervallo dE è approssimativamente uguale a f(E)dE.

Nel caso di figura, i limiti di misura sono stati fissati in $E_1 = 34$ dBμV/m ed $E_2 = 46$ dBμV/m.

Si noti come non si hanno valori misurati ≤35 dBμV/m e ≥41 dBμV/m.

Il valore di ≈36,5 dBμV/m corrisponde ad una funzione densità di probabilità f(E) ≈ 16,5%.

Il sistema può calcolare e riportare sotto forma di grafico anche la funzione complementare cumulativa di probabilità:

$$P(E) = 1 - F(E) = 1 - \Sigma_E f(E) \, dE$$

Tale funzione ci dice, fissato un valore di campo (ascissa del grafico), quale è la probabilità che tale valore venga superato (ordinata del grafico), (vedi figura 17).

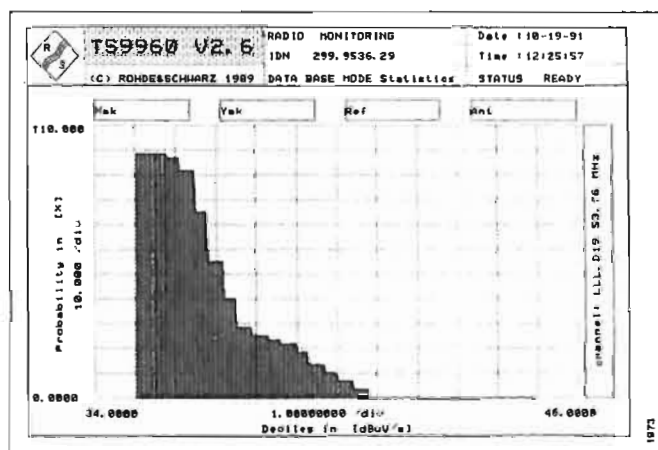



Fig. 17 — Funzione cumulativa di probabilità. Si noti che il valore mediano di campo (50% di probabilità), risulta E_M≈37 dBμV/m.

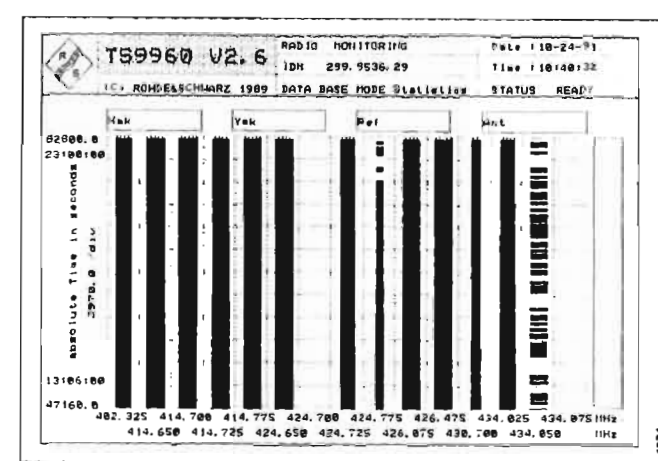



Fig. 18 — Occupazione di frequenza. In ascissa 15 frequenze scelte nelle tabelle di frequenze. La barra verticale è prodotta se il campo supera un valore minimo prefissato.

Il valore di E per cui tale probabilità è del 50% viene indicato con E_M valore mediano. Alcune delle curve del CCIR come quelle di figura 14, sono costruite proprio riportando i valori mediani. Comunque dal grafico elaborato dal sistema, è estremamente agevole ricavarsi anche altri percentili (10%, 5%, 90%, ecc.).

La funzione tracciata nel grafico di figura 17 è anche detta funzione di Rayleigh. Tale funzione può essere automaticamente visualizzata dal sistema, selezionato il canale da esaminare, integrando l'istogramma di figura 16. Come detto la funzione di Rayleigh indica la relazione tra i valori di campo e la probabilità che tali valori vengano superati. La funzione inversa della P(E), cioè la E(P) risulta essere importante nella pianificazione delle emittenti e nel fissare la qualità della propagazione radio. Tale funzione dà per un valore di probabilità, il limite di campo superabile con quel valore di probabilità.

Data l'espressione matematica della P(E), in genere non è possibile derivare l'espressione analitica della funzione inversa E(P), mentre può essere facilmente rilevata dal grafico di figura 17.

Fig. 19 — Occupazione di canale per giorni del mese (novembre). In ordinata il valore di campo superato nel 50% delle misure.

5.1 OCCUPAZIONE DI FREQUENZA

Questo sotto-programma consente di tracciare, sotto forma di grafico, l'occupazione di canale (Fig. 18). Sull'asse x è possibile indicare fino a 15 frequenze scelte fra quelle memorizzate nelle tavole di frequenza. Per ognuna di queste frequenze, viene prodotta una barra verticale se è superato, nel corso dell'osservazione, il minimo valore di campo prefissato. Queste barre indicano le bande di frequenza occupate. Per avere un'ulteriore informazione le barre sono modulate in larghezza e luminosità proporzionalmente al valore di campo ricevuto.

5.2 OCCUPAZIONE DI CANALE

Tale elaborazione statistica consiste nel tracciare sotto forma di istogramma (Fig. 19), il valore di campo superato per una certa percentuale di tempo (es. il 50%), giornalmente nel corso di un mese o il campo superato per una certa percentuale di tempo in un mese nel corso di un anno. Naturalmente perché tale elaborazione statistica possa essere effettuata, devono essere disponibili i file di canali memorizzati.

6. **Misure di campo da un mezzo mobile**

Come si nota dai grafici illustrati nei paragrafi precedenti, il sistema fornisce i valori di intensità di campo direttamente in dBμV/m, ciò è possibile perché il sistema memorizza l'andamento del fattore K di ogni antenna. K lega la tensione rilevata ai capi dell'antenna con il corrispondente valore di campo. Il sistema inoltre memorizza l'andamento dell'attenuazione in funzione della frequenza dei cavi che collegano l'antenna al ricevitore di misura, si ha quindi:

$$E[dB\mu V/m] = V[dB\mu V] + K[dB/m] + A[dB]$$

dove: E valore di campo; V tensione ai capi del ricevitore; K fattore di antenna; A attenuazione del cavo.

Sia il fattore K che l'attenuazione del cavo vengono memorizzati come funzione polinomiale del quarto ordine valutata immettendo 15 valori del fattore K e dell'attenuazione A, scelti per valori di frequenza ricadenti nella gamma operativa dell'antenna. Il metodo matematico è basato sulla minimizzazione di tipo gaussiano degli errori quadratici. Tale metodo consente di ottenere un errore massimo nella misura inferiore a quanto prescritto dal CCIR, che per valori di campo maggiori di 1 μV/m, prescrive un'accuratezza di ±3 dB nel range di frequenza 30-1000 MHz (bibl. 8).

Poiché in tal modo il sistema risulta virtualmente indipendente dal tipo di antenne utilizzato, si è implementata una versione del sistema da utilizzarsi su di un mezzo mobile (vedi figure 20 e 21), già attrezzato per le misure di campo.

6.1 MISURA POLARE DI CAMPO

Con riferimento alla figura 4, con «POLAR MODE» si è indicato un pacchetto software che consente di trac-

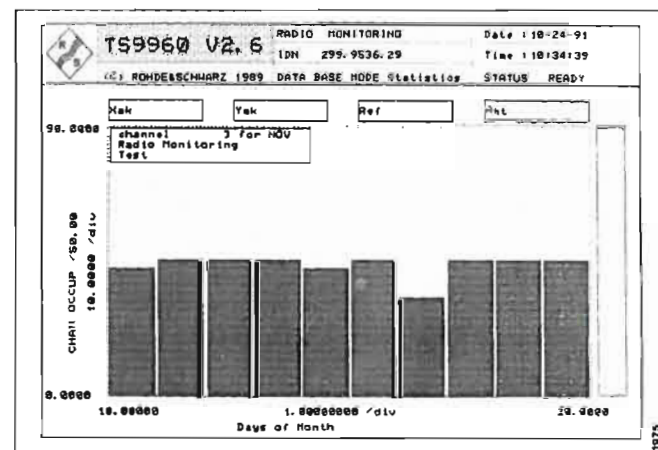
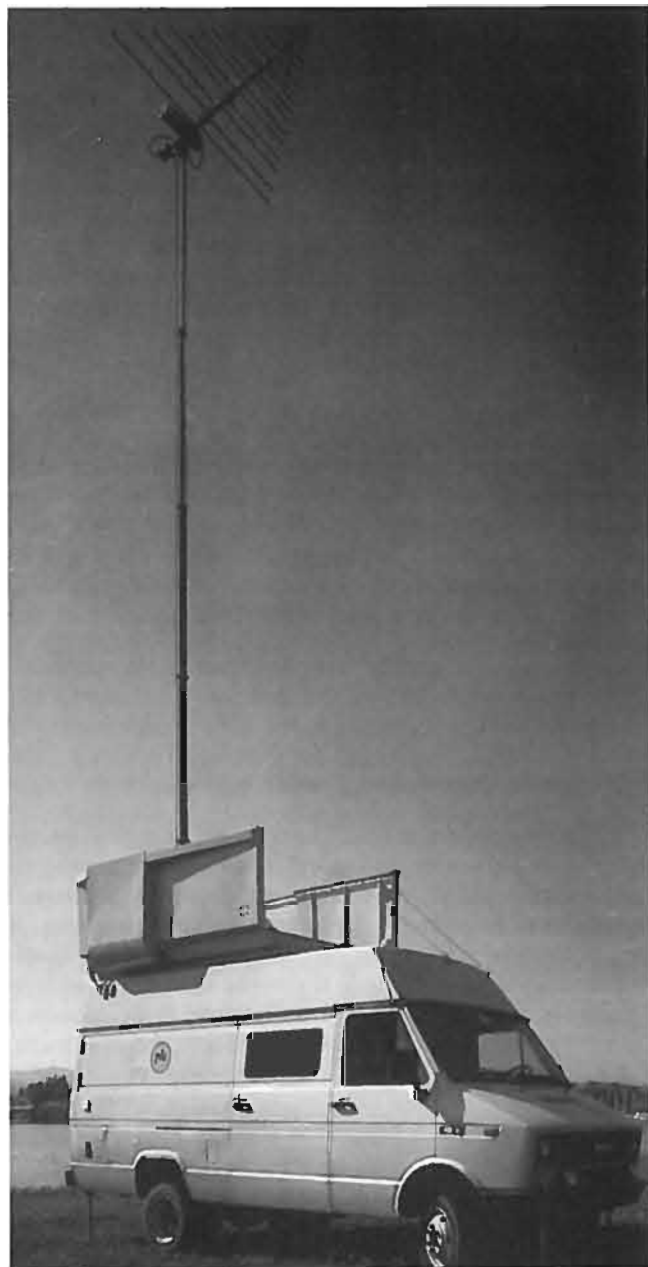



Fig. 20 — Automezzo per radio misure (*Allestimento Meccanica specializzata G. Barberi Sesto Calende*).

ciare su 360°, l'andamento dell'intensità di campo di una sorgente radio (Fig. 22). Sul grafico viene indicata anche la direzione di massimo segnale rispetto al nord. Da un mezzo mobile l'orientamento di massimo segnale viene ottenuta integrando l'indicazione di una bussola. Gli eventuali errori dovuti alla presenza di masse metalliche sono compensati automaticamente via software mediante delle tabelle di correzione.

6.2 MISURA DELL'INTENSITÀ DI CAMPO IN UN PUNTO

Nelle misure da un mezzo mobile del campo elettromagnetico, sorge il problema che, fissato il punto di misura a cui associare un valore di campo elettrico, tale valore non è, nella maggior parte dei casi, univoco poiché a parità di tutte le altre condizioni (visibilità del trasmettitore, sua localizzazione, potenza irradiata, ecc.), il campo, al variare dell'altezza, varia a causa dei noti fenomeni di riflessione e rifrazione in modo che all'antenna ricevente, arrivino oltre al raggio diretto, dei raggi riflessi ritardati e sfasati rispetto a quest'ultimo. Volendo assumere come valore significativo di campo E in quel punto, il campo dovuto al solo raggio diretto, sorge il problema di determinare tale valore. Poiché il campo al variare dell'altezza dell'antenna ricevente, può avere un andamento tra 0 e 2E, si dice che il campo assume un andamento «stratificato» con l'altezza. Un metodo per determinare il valore di E è quello descritto in bibl. 9. Tale metodo, detto del sondaggio verticale, consiste nello spostare l'antenna ricevente sulla verticale del punto di misura, prendendo nota dei campi elettromagnetici alle varie quote dal suolo.

L'andamento ottenuto, opportunamente interpretato, permette di risalire all'entità del campo e.m. nel punto di misura. In particolare, se dovesse risultare un andamento di tipo sinusoidale del campo al variare dell'altezza, allora si potrebbe ritenere il modello a due raggi valido per quel punto e, con riferimento alla figura 23, si ha che l'altezza a cui si misura il primo massimo di campo, dove il campo misurato è pari a 2E (E valore di campo dovuto

Fig. 21 — Vista delle apparecchiature installate all'interno dell'automezzo per radio misure.

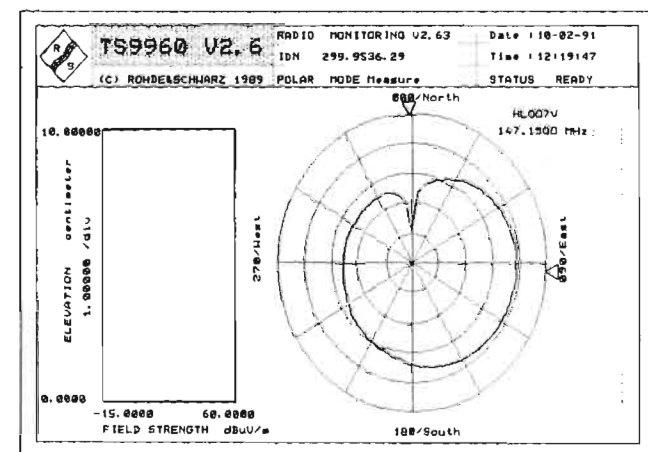



Fig. 22 — Diagramma polare dell'andamento di campo e.m. Nel riquadro a sinistra vengono riportati i valori di campo al variare dell'altezza di misura.

al raggio diretto) è data dalla:

$$h_1 = \frac{\Gamma * D}{4 * H}$$ (Γ lunghezza d'onda del segnale sotto misura)

Nel caso in cui i valori di campo stratificato seguano un andamento casuale, non è più valido il modello a due raggi e comunque si può dimostrare (bibl. 9) che il valore di E è dato con buona approssimazione, dalla media dei valori di campo misurati al variare dell'altezza.

6.3 AUTOMATIZZAZIONE DELLA MISURA DI CAMPO STRATIFICATA

Il software di sistema consente l'automatizzazione della misura stratificata di campo per mezzo del sottoprogramma di misura in elevazione che tra l'altro asserve, tramite bus IEEE 488, l'unità di controllo del palo di antenna montato sul mezzo mobile. Impostando i dati di altezza minima e massima dal suolo, nonché il passo di incremento in altezza del palo ad ogni misura di campo (tale passo può essere anche di 1 cm), sul display, nel rettangolo che compare alla sinistra in fig. 22, verranno indicati in dBμV/m, i valori di campo, nonché l'altezza rispetto al suolo ed anche il massimo dei valori misurati.

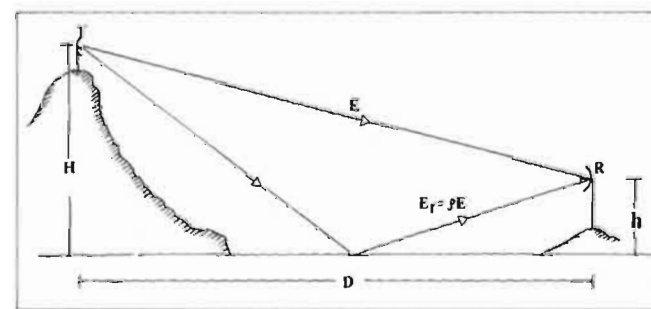



Fig. 23 — Modello a due raggi. Il campo risultante in R è pari a E(1 + ro expjδΦ) sfasamento fra i raggi diretto e riflesso.

Tali dati vengono, analogamente a quanto visto prima, memorizzati con un'etichetta relativa all'identificazione della stazione trasmittente e del sito di misura per le successive elaborazioni statistiche.

6.4 DETERMINAZIONE DEL VALORE DI CAMPO MEDIO DI UNA DETERMINATA AREA

Una delle elaborazioni statistiche relative alle misure di campo stratificate è quella relativa all'attribuzione del valore di campo medio ad una determinata area, sia ai fini della determinazione delle aree di servizio, sia per la verifica dei campi minimi da proteggere fissati in sede nazionale ed internazionale.

È evidente che la scelta del valore di campo rappresentativo di una data area può risultare particolarmente critica nelle zone a più alta densità abitativa. In tal caso, scelta la dimensione dell'area a cui attribuire un unico valore di campo, si effettua una scelta dei punti di misura sulla carta topografica, il più possibile indipendenti dal profilo altimetrico e dalla direzione della sorgente.

Il valore medio dei valori raccolti viene assunto come valore mediano del campo per la zona prescelta.

L'attendibilità del valore mediano ricavato, ovvero l'aderenza all'effettivo valore medio di campo nella zona, può essere verificata in due modi:

1° Metodo. Si utilizzano delle curve del tipo di quella indicata in figura 24 (bibl. 8), in ordinata è indicato il numero di campioni di misura necessari per avere la probabilità del 95% che l'errore ε in riferimento al vero valore mediano di campo, sia compreso negli intervalli rispettivamente di ±2 dB e ±4 dB. In ascissa è indicato il «Fat-

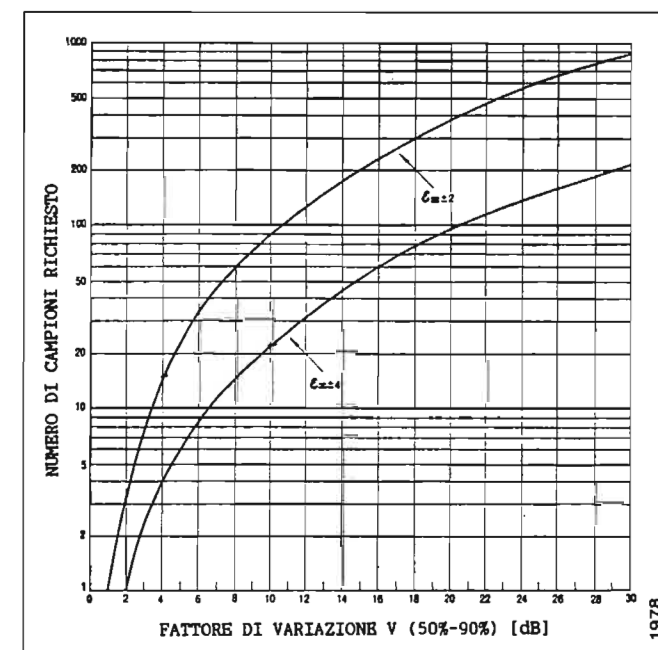



Fig. 24 — Numero di campioni di misura richiesti affinché si abbia la probabilità del 95% che l'errore ε nella determinazione del valore mediano di campo, sia inferiore rispettivamente, a ±2 dB o a ±4 dB. In ordinata il fattore di variazione V[dB].

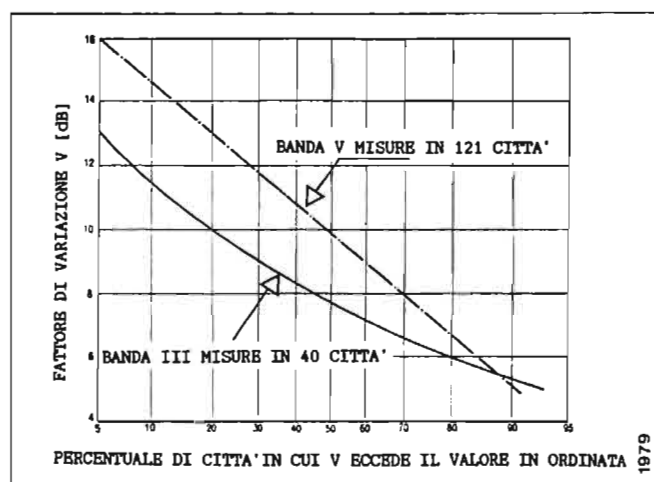



Fig. 25 — Distribuzione del «fattore di variazione» V misurato in un certo numero di città sia in VHF che in UHF.

tore di variazione» V, definito come il rapporto in dB dei valori di campo superati rispettivamente nel 50% e nel 90% dei punti di misura. La curva di figura 24 è ottenuta nell'ipotesi che la distribuzione dei valori di campo sia di tipo normale. Il valore del fattore V cade generalmente negli intervalli 5-10 dB (VHF) e 5-15 dB (UHF). In figura 25 (bibl. 8), è illustrata la distribuzione di V per zone urbane. Generalmente viene assunto il valore mediano di V dato dalla figura 25 per la determinazione del numero di campioni richiesto; se comunque dovesse risultare nel corso delle misure, che V differisca apprezzabilmente dal valore assunto, si incrementerà opportunamente il numero dei punti di misura. In genere il numero di campioni necessario può variare fra 10 e 100, se sono mantenuti i limiti sopra indicati.

2° Metodo. La decisione sulla validità del campionamento eseguito viene presa assumendo che la funzione distribuzione dei campioni di misura, dato il numero necessariamente limitato di campioni rilevabili, sia del tipo «t-Student». Si fissa il valore di confidenza, ad esempio il 95%, in base al quale si può costruire un intervallo intorno al valore medio di campo dei campioni, entro il quale si ha una probabilità del 95% che cada il valore medio dell'intera popolazione. Naturalmente se l'intervallo così determinato dovesse risultare maggiore del limite di errore imposto, per esempio ± 3 dB, si aumenterà il numero di campioni di misura (bibl. 10).

I due metodi, da un primo esame, appaiono sostanzialmente equivalenti in termini di numero di campioni di misura necessari per ottenere la percentuale di errore prefissata; tuttavia il 2° metodo risulta più vantaggioso dal punto di vista di una sua automatizzazione che consisterebbe principalmente, nella memorizzazione delle tabelle percentili, sviluppate per n gradi di libertà, relativi alla distribuzione «t-Student».

7. Sviluppi del sistema

Lo sviluppo del sistema a breve termine, prevede l'inserimento nella catena di misura da centro fisso, di un radiogoniometro a larga banda che fornisce sostanzialmente due indicazioni da inserire nel software di programma, ovvero orientamento della sorgente e grado di affidabilità della misura.

Altri sviluppi in programma sono la versione LAN (Local Area Network) del sistema che consentirà tramite rete ethernet di condividere le risorse del sistema da più terminali. È prevista anche una configurazione di tipo WAN (Wide Area Network) che prevede la remotizzazione dell'hardware di misura e la gestione da più terminali connessi in rete locale e collegamento via modem con il sistema di misura.

8. Conclusioni

Si è descritto un sistema operativo per l'attività di misura e radiomonitoring automatizzata per gli scopi di pianificazione e controllo dello spettro radioelettrico. Caratteristica saliente del sistema è l'efficace combinazione di hardware e software che rende il sistema facilmente ampliabile mediante l'aggiunta o la sostituzione dei dispositivi di misura, essendo sufficiente che questi siano dotati di un'interfaccia standard IEEE 488. Inoltre l'agevole ampliamento delle possibilità di misura mediante l'aggiunta di nuovi pacchetti applicativi è facilitato dalla particolare struttura gerarchica a blocchi indipendenti del software del sistema.

(4039)

Ringraziamenti

Si ringrazia per la indispensabile collaborazione la Roje Telecomunicazioni ed il sig. Fabio Rocchi del Centro Controllo Emissioni Radioelettriche di Palermo.

BIBLIOGRAFIA

1. - Codice Postale e delle Telecom. D.P.R. 29/3/1973 n. 156.
2. - *Piano Nazionale di Ripartizione delle Radiofrequenze* D.M. 31/1/1983.
3. - ITU *Radio Regolamento* Ed. 1990, Vol. 1
4. - CCIR: *Handbook for monitoring stations*, Cap. I, paragr. 2; Ginevra 1988.
5. - CCIR, op. cit. 4, Cap. 9, paragr. 2, pag. 135.
6. - CCIR: *VHF and UHF propagation curves for the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz*, Recommendation 370-5, Vol. V, pag. 247, Dubrovnik 1986.
7. - CCIR: *Methods and statistics for estimating field-strength values in the land mobile services using the frequency range 30 MHz to 1 GHz*, Report 567-3, Vol. V, pag. 298, Dubrovnik 1986.
8. - CCIR: *Measurement of field strength for VHF and UHF broadcast services, including television*, Report 228-3, Vol. V, pag. 312, Dubrovnik 1986.
9. - GENTILE G., *Field strength measurements at frequency in excess of 30 Mc/s - The method used at the RAI's monitoring station at Monza.* «EBU Review-technical», n. 97, June 1966.
10. - CROSIO P., RICCARDI M., *Misure di campo elettromagnetico al Centro di Controllo della RAI* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1973.

MONITORAGGIO DI TORRI IN FERRO ALTE PIÙ DI 150 METRI

S. MARTINELLO*

SOMMARIO — Gli sforzi che le strutture delle torri in ferro della RAI, superiori a 150 metri, devono sostenere in conseguenza dell'incremento dei carichi, causato dall'installazione di grandi antenne paraboliche, e le nuove normative, definite dal CNR, inerenti la valutazione delle forze prodotte dal vento sulle costruzioni, hanno prodotto uno studio sperimentale ed una campagna di misure, effettuate nel corso del 1991. L'indagine e l'analisi dei risultati del monitoraggio sono considerate nel presente articolo.

*SUMMARY — **Monitoring of iron towers higher than 150 meters.** The stresses that the structures of the RAI iron towers, higher than 150 meters, have to bear owing to the increased loads caused by the installation of large parabolic antennas, and the new CNR specifications, concerning the assessment of the forces produced by the wind on the constructions, have led to an experimental study and a campaign of measurements carried out in 1991. The investigation and the analysis of the monitoring results are considered in this paper.*

1. Introduzione

Il presente articolo vuole documentare un monitoraggio in corso dall'estate '91 su tre torri RAI site a Roma, Milano e Udine.

Il monitoraggio affidato dalla RAI su prescrizione dell'ufficio tecnico, diretto dal P.I. Ermete Secondini e dal consulente esterno Ing. Walter Malusardi dello Studio BMB, ha il preciso scopo di individuare sperimentalmente la relazione tra velocità del vento e sforzi sugli elementi portanti.

L'esigenza nasce da due considerazioni primarie.

La prima per un aspetto normativo. Si attende infatti l'introduzione delle nuove normative definite dal CNR con il numero 10012/85 «Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni» riferite al calcolo delle forze prodotte dal vento. Norme che dovrebbero sostituire le attuali e vigenti D.M. del 12-2-82 e dalla C.M. del Ministero CC.PP. N. 22631 del 24/05/82.

È ben noto che tale nuova introduzione provocherebbe un sostanziale aumento delle sollecitazioni calcolate e pertanto una formale riduzione dei coefficienti di sicurezza delle torri costruite sulla attuale normativa.

Il secondo aspetto, più scientifico, nasce dall'esigenza di una rivalutazione degli sforzi strutturali conseguenti al notevole incremento dei carichi dovuto al successivo posizionamento, in questi ultimi anni, di grandi antenne paraboliche.

Pertanto il monitoraggio si prefigge di valutare sperimentalmente gli effetti prodotti dal vento sulle strutture portanti e misurare l'effettiva distribuzione e intensità del vento, tenuto conto della particolare ubicazione delle torri poste in zone ad alta densità abitativa.

Fig. 1 — Torre RAI di Milano.

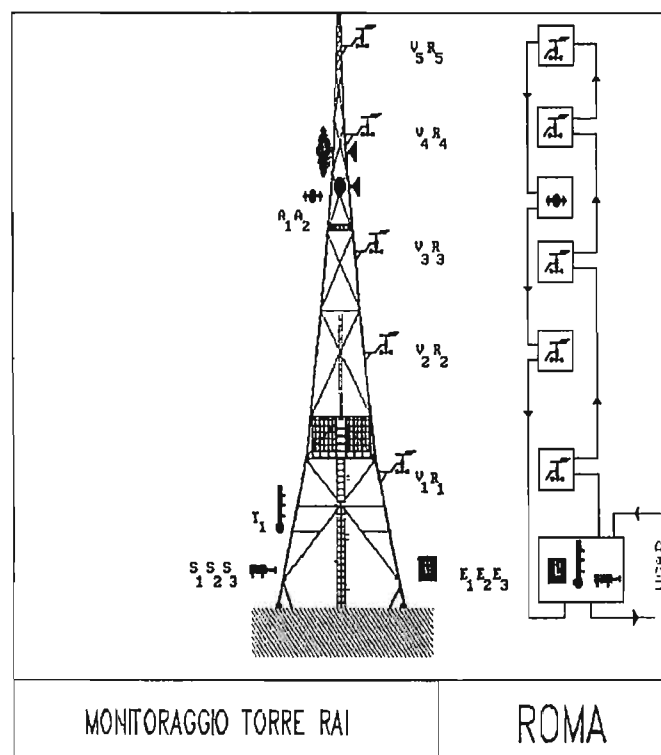
* Ing. Settimo Martinello, Direttore Tecnico della 4 EMME SERVICE SpA.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 22 ottobre 1992.

Descrizione	Sigle	Unità	Quote (m)
Spostamenti	S1 S2 S3	m	0,2
Estensim.	E1 E2 E3	Mpa	1,0
Temperatura	T1	° C	1,0
Vel. - Dir.	V1 R1	m/s	29,5
Vel. - Dir.	V2 R2	m/s	66,0
Vel. - Dir.	V3 R3	m/s	92,0
Acceleraz.	A1 A2	m²/s	101,8
Vel. - Dir.	V4 R4	m/s	121,5
Vel. - Dir.	V5 R5	m/s	144,7
Direzione aste anemom.			– 334°

Fig. 2 — Schema di posizionamento dei sensori.

Questi ambiziosi obiettivi sono perseguiti da un monitoraggio che consente una rilevazione sperimentale tra causa ed effetto.

Va innanzitutto premesso che trattasi di strutture in acciaio con elementi principali in tubolare (da 500 mm di diametro e 20 mm di spessore alla base) ed elementi secondari in profilati angolari.

Le strutture sono caricate da piattaforme poste ad 80 metri e portanti varie apparecchiature, oltre ad una grande quantità di antenne circolari poste prevalentemente a grande altezza.

Per accentuare l'interesse alla lettura va puntualizzato che gli sforzi sugli elementi di una torre sono di tipo dinamico, derivanti da una continua oscillazione della torre.

Le difficoltà tecniche del monitoraggio sono ulteriormente aggravate dalle emissioni elettromagnetiche delle antenne.

2. La strumentazione

Il sistema è provvisto di 22 sensori collegati da piccole Unità di Alimentazione elettrica e trasformazione del segnale da analogico a digitale (UA).

Il segnale digitale viene trasmesso lungo un cavo a fibre ottiche trasferendo i dati da UA ad UA superiore, fino a raggiungere l'Unità Centrale di Acquisizione Dati (UCAD) (Fig. 2).

Questa unità computerizzata è posta all'interno dell'edificio sottostante le torri.

Sul video della UCAD vengono trasmessi in tempo reale tutti i valori rilevati.

L'UCAD è a sua volta collegato via modem alla linea telefonica permettendo, attraverso opportune chiavi di accesso, di collegarsi dall'esterno.

Le UCAD locali sono gestite da un computer a video grafico. Accedendo al sistema direttamente o via modem si ha la possibilità di gestire il programma di acquisizione ed elaborazione a seconda dei vari livelli di competenza.

I livelli di competenza sono ottenuti attraverso parole d'ordine conosciute esclusivamente dal personale specificatamente incaricato.

Col I° livello è consentito visualizzare i dati e trasferire i file dati da computer a computer.

Con il II° livello è accessibile il file programma nella sua versione originale.

Qualunque collegamento di un utente al sistema di acquisizione UCAD è consentito solo se viene riconosciuto, sia come numero telefonico autorizzato, che come software di trasmissione. Il collegamento modem viene memorizzato permettendo un controllo degli operatori collegati.

3. Caratteristiche della strumentazione

I 22 sensori posti in opera sono così individuati:

5 ANEMOMETRI	V1, V2, V3, V4, V5,
5 ROSE DEI VENTI	R1, R2, R3, R4, R5,
2 ACCELEROMETRI	A1, A2,
3 SENSORI DI SPOSTAMENTO	S1, S2, S3,
6 ESTENSIMETRI A PONTE INTERO	E1, E2, E3, E4, E5, E6,
1 TERMORESISTENZA	T1.

Il montaggio è stato eseguito fissando gli anemometri su una delle colonne con un braccio rigido sporgente di 1,8 m.

Gli strumenti emettono un segnale elettrico in tensione, proporzionale alla velocità del vento e fino ad un massimo di 240 km/h.

Gli anemometri sono protetti elettronicamente dagli irraggiamenti elettromagnetici prodotti dalle antenne degli strumenti.

MONITORAGGIO DI TORRI IN FERRO ALTE PIÙ DI 150 METRI

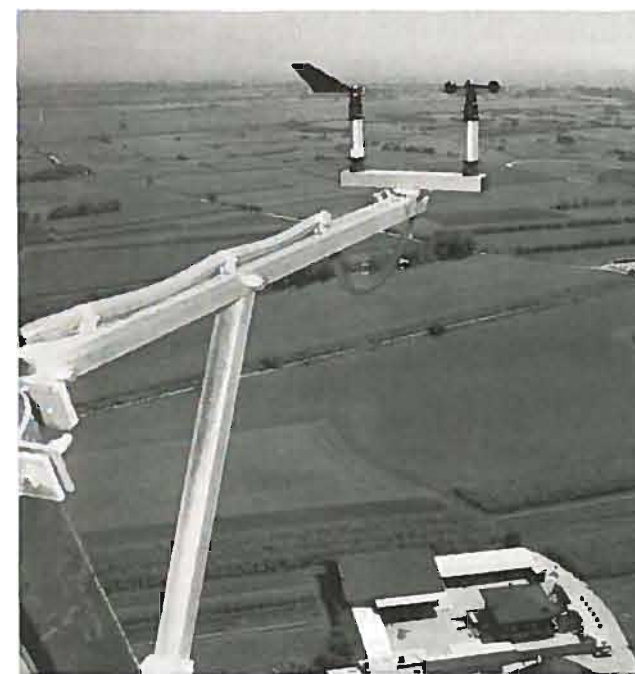



Fig. 3 — Anemometro posto a 120 m sulla torre di Udine.

Le rose dei venti poste a fianco degli anemometri forniscono un segnale che viene interpretato in 360° sessagesimali dove 0° o 360° rappresentano il NORD.

Quest'ultimo fatto, apparentemente innocuo, crea la difficoltà dell'uso di questi numeri nel calcolo delle medie e di altri valori statistici, infatti la media tra due angoli come 359° e 1° darebbe 180°, esattamente l'opposto del reale. Per questo tutti gli angoli vengono considerati come vettori e le conseguenti operazioni matematiche vengono effettuate in campo trigonometrico.

I 5 sensori anemometrici e le rose dei venti sono fissati ogni 30 m a partire dal basso.

Gli accelerometri sono posti a quota 100 m in direzione degli assi di simmetria orizzontali.

Va notato che la torre è in continua oscillazione, pertanto gli strumenti forniscono un valore variabile con andamento di tipo sinusoidale.

In realtà all'oscillazione principale, con periodo intorno ai 2,2 secondi, si sommano delle vibrazioni di fondo indotte dal suolo.

Pertanto i valori accelerometrici vengono prima filtrati con dei «passa basso», dove il segnale viene depurato dalle frequenze elevate; il segnale rimanente viene elaborato matematicamente, ricavando l'ampiezza massima in un campo di aggiornamento pari a 10 secondi.

Da una particolare elaborazione elettronica e software dell'andamento dell'accelerazione, viene calcolato il valore della frequenza di oscillazione nelle direzioni indicate.

Per il rilevamento dello sforzo sui vari elementi viene utilizzata la tecnica estensimetrica.

L'estensimetro è costituito da una pellicola plastica su cui è stata fusa una piccola resistenza elettrica; il valore della resistenza elettrica varia proporzionalmente all'allungamento unitario ε. Da questo valore, attraverso la legge di Hooke, è possibile determinare lo sforzo meccanico delle strutture in misura.

Gli estensimetri sono incollati sui tubolari con apposite colle epossidiche a due componenti. Il montaggio è eseguito a «ponte intero» con i due semi-ponti posti simmetricamente. Il tubolare nella zona di misura è protetto con speciali materiali a grande resistenza meccanica.

Gli estensimetri sono posti in corrispondenza dei nodi alla base di due montanti e sono dotati di strumenti sia i montanti che i diagonali concorrenti.

Fig. 4 — Unità di acquisizione durante la taratura.

Fig. 5 — Vista della UA e dei punti di fissaggio sia estensimetrici che di spostamento.

Fig. 6 — Incollaggio degli estensimetri.

Fig. 7 — Distribuzione delle direzioni sulla torre di Milano.

4. Software

Il programma di acquisizione dati è particolarmente sofisticato ed è costruito specificatamente per affrontare le condizioni di monitoraggio inconsuete.

Per questo la memorizzazione dei dati avviene seguendo delle procedure di controllo e selezione della «qualità» del dato, con delle specifiche limitazioni che consentono di accumulare esclusivamente i valori significativi.

In sostanza, viene eseguita una memorizzazione di tutti i canali ogni qualvolta i «sensori campione» superano degli «incrementi limite» chiamati «SOGLIA».

Ad esempio la SOGLIA del V3 è pari a 10 km/h; se l'ultima memorizzazione è 18 km/h, la successiva memorizzazione avviene quando V3 supera il valore 18 ± 10 cioè sotto gli 8 km/h o sopra i 28 km/h.

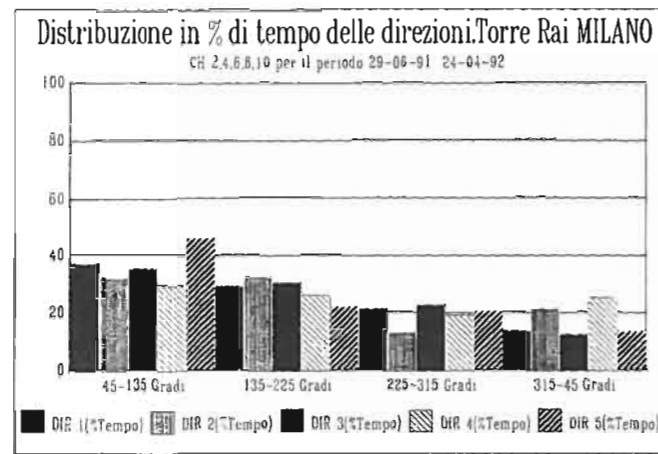
La nuova «ULTIMA MEMORIZZAZIONE» diventa la nuova base di controllo della SOGLIA.

Il software è inoltre dotato di un sistema automatico di controllo che individua eventuali anomalie degli strumenti segnalando automaticamente il guasto.

Prima di essere memorizzati, i dati vengono ulteriormente analizzati da un programma filtro che consente di valutare l'eventuale anomalia nel segnale.

Questo filtro logico chiamato «Quality Control» consente di analizzare i dati attraverso un processo autodiagnostico che elimina eventuali dati a rischio, cioè dati che hanno anche una sola piccola probabilità di essere inficiati da segnali elettrici spuri. La quantità di dati scartati viene contata e la sua percentuale di scarto, sia giornaliera che complessiva, viene evidenziata sul video. In condizioni normali, cioè con trasmissioni Radio TV a media potenza, la percentuale di «Quality Control» si attesta intorno al 3% dei dati. In condizioni di alta potenza di trasmissione il valore si attesta intorno al 10%.

5. Analisi dei primi risultati

Il monitoraggio descritto è in corso dal primo luglio 1991 e da allora sono state eseguite diverse elaborazioni dei dati acquisiti.

Per la necessaria dovuta brevità, ci limiteremo ai risultati ottenuti a Milano, esponendo i più significativi.

Viene presentato innanzitutto l'ISTOGRAMMA DELLE DIREZIONI rispetto al tempo, il quale ci consente di valutare percentualmente la direzione prevalente dei venti.

L'istogramma è diviso in 4 settori di 90° e riporta gli anemometri dal più basso DIR 1 a 30 m, al più alto DIR 5 a 150 m.

Possiamo vedere come a tutte le quote il vento venga prevalentemente dal cono 45-135 gradi, cioè nel cono di 90° con asse EST, e questo per circa il 40% del tempo totale.

Un altro interessante istogramma è quello DELLE VELOCITÀ rispetto al tempo, il quale consente di valutare le velocità prevalenti alle varie quote. Possiamo osservare come tra lo 0 ed i 5 km/h si sviluppi più del 50% del vento.

Lo studio si sviluppa più approfonditamente attraverso altri istogrammi sia di DIREZIONE che di VELOCITÀ, dove però vengono analizzati campi limitati dei parametri di confronto.

Esempio, distribuzione delle direzioni per venti tra 50 e 100 km/h.

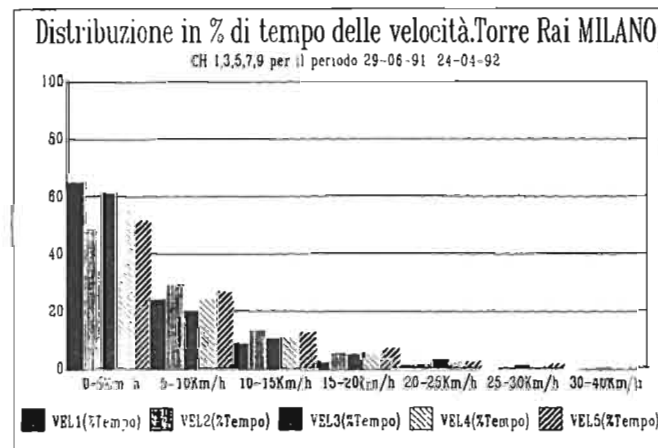



Fig. 8 — Distribuzione della velocità dei venti in campi di 5 km/h, per tutti i 5 anemometri.

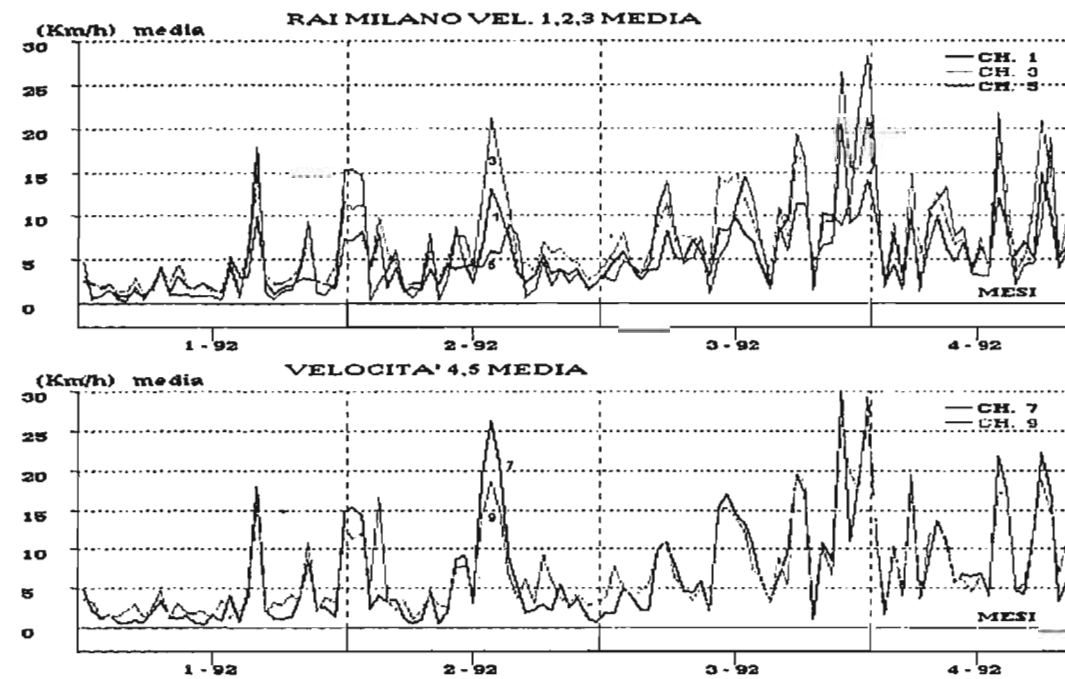



Fig. 9 — Andamento delle velocità medie giornaliere dei 5 anemometri nei primi 4 mesi del 1992.

In fig. 9 sono evidenziati gli andamenti medi giornalieri di 3 anemometri inferiori nel primo grafico e dei 2 superiori nel secondo.

Da queste tipologie di grafici si possono ricavare numerose considerazioni. Ad esempio, osservando il periodo a cavallo di gennaio/febbraio, risulta evidente come la velocità media tenda a salire aumentando di quota.

Il sensore 1, posto a 30 m è infatti intorno ai 7 km/h, mentre oltre i 90 m, i sensori 5, 7, 9, indicano come la velocità vari attorno ai 15 km/h.

In fig. 10 viene mostrato un grafico delle velocità massime giornaliere con le corrispondenti tensioni su un montante (CH16) espresse in MPa (1 MPa = 10 kg/cmq).

Risulta con chiarezza la correlazione tra velocità del vento e sforzo. Si osservi il periodo a cavallo di marzo/aprile dove il vento massimo è stato di 50 km/h e lo sforzo ha raggiunto punte pari a 15 MPa.

A questo punto va sottolineato il fatto che questo potrebbe non essere il massimo sforzo corrisponde a quella velocità. Primo, perché è necessario valutare la direzione rispetto al montante dotato di strumenti; in secondo luogo perché vanno valutati i valori del vento alle altre quote.

L'andamento del grafico CH5 corrisponde all'anemometro posto a 90 m.

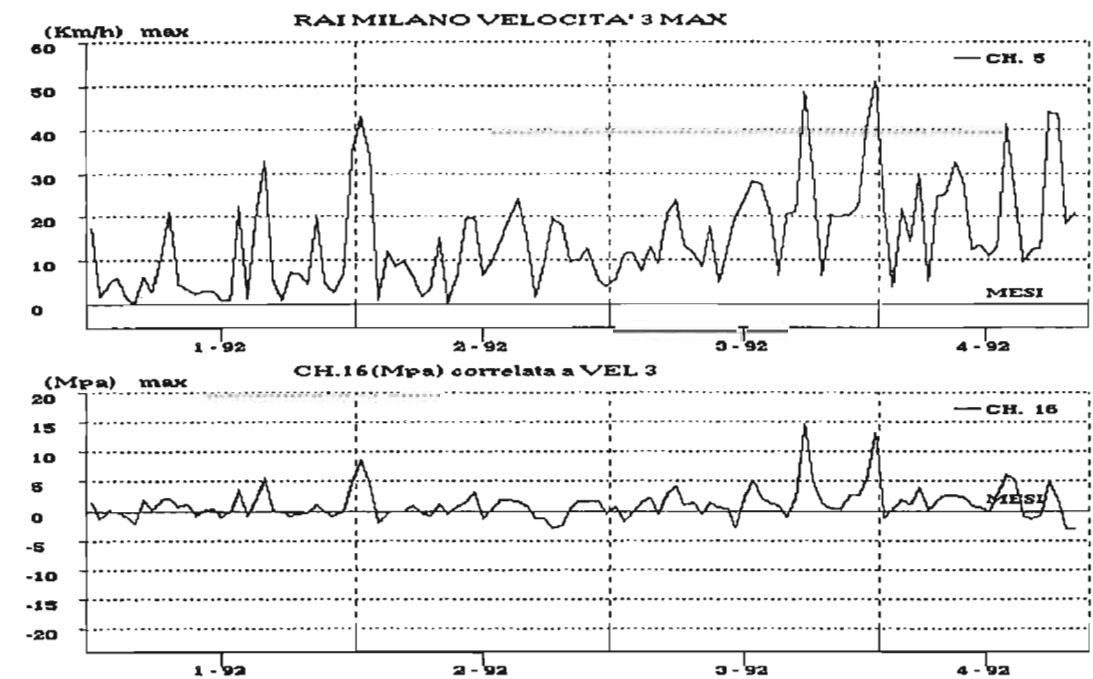



Fig. 10 — Andamento della velocità massima giornaliera confrontate con la tensione di un montante in quell'istante.

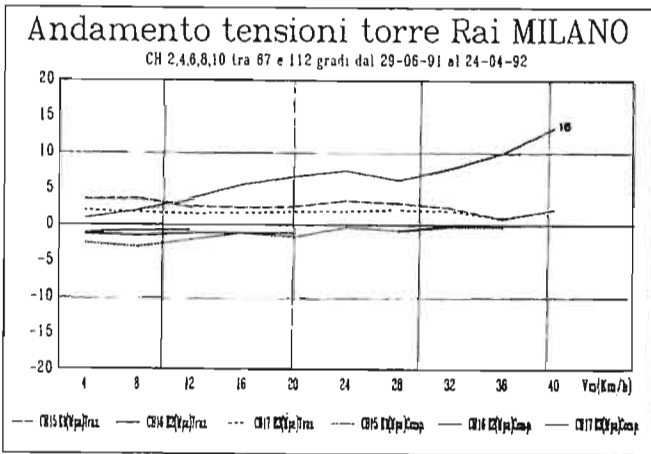



Fig. 11 — Andamento delle tensioni su un montante rispetto alla velocità del vento.

Queste osservazioni vogliono mettere in evidenza la complessità del problema. Problema che è stato affrontato con l'elaborazione più importante, la successiva.

Riducendo infatti tutti i dati acquisiti a quelle condizioni in cui i venti a tutte le altezze entrano in un cono di 45°, attorno ad un montante, e suddividendo ulteriormente i dati tra quelli che a tutte le quote individuano delle velocità con differenza massima di 5 km/h, è possibile costruire un grafico VELOCITÀ/VENTO, aderente al modello teorico, che prevede venti da una sola direzione ad intensità costante.

Come si può vedere dal grafico corrispondente al CH16, tensione del montante sotto vento, l'andamento è crescente in termini quadratici.

Il grafico esposto è la sintesi di più di 125.000 dati acquisiti e viene ottenuto attraverso una serie di elaborazioni che filtrano i dati con la logica sopra esposta.

Il tutto con l'obiettivo di individuare sperimentalmente la relazione velocità/sforzo e per poter estrapolare la «velocità rischio», cioè la velocità alla quale le strutture superano i limiti di sicurezza.

Attualmente il grafico è limitato a venti inferiori ai 40 km/h. Si confida in situazioni reali future più gravose che consentano un ampliamento di questo importantissimo grafico sperimentale.

6. Conclusioni

Tutte queste analisi consentiranno un'esatta valutazione del rapporto vento/sollecitazione e l'acquisizione dei dati sui venti cittadini fino ad ora conosciuta solo empiricamente.

I risultati di questo monitoraggio oltre a centrare gli obiettivi individuati dalla committenza, potranno certamente rappresentare un valido riscontro oggettivo per le progettazioni future.

Si ringrazia la RAI e tutto il suo staff tecnico per il costante sostegno che ha permesso di installare questo innovativo tipo di monitoraggio, considerato il più completo mai eseguito in Italia.

(4059)

NOTIZIARIO

Da comunicazioni pervenute alla Redazione

HARMONY - SISTEMI INTEGRATI IN TEMPO REALE E UNIX — La Commissione della Comunità Economica Europea ha approvato il progetto HARMONY (finanziato con fondi Esprit) che prevede lo sviluppo, basato su tecnologia Chorus, di un ambiente Unix parallelo in tempo reale per il Transputer INMOS. L'obiettivo del progetto è di produrre una tecnologia pratica, utilizzabile in tempo reale in un ambiente distribuito e di dimostrare che questa tecnologia può essere utilizzata in diversi settori applicativi. I primi prodotti commerciali sono stati realizzati alla fine del 1992.

HARMONY è un'iniziativa che vede la collaborazione tra INMOS (azienda di produzione di silicio e di sistemi), Archipel SA (produttore di sistemi paralleli per l'elaborazione dei dati), Chorus Systèmes SA (tecnologia software) e CERN e Scheidt & Bachmann GmbH (utenti). Il progetto fa parte inoltre della Open Microprocessor Initiative, che ha l'obiettivo di definire una infrastruttura per la realizzazione di un microprocessore interamente europeo nel corso dei prossimi cinque anni.

Il progetto HARMONY prevede la produzione di sistemi integrati in tempo reale basati su Unix, per le attuali e prossime generazioni di Transputer, basandosi sul sistema operativo modulare distribuito CHORUS, per sistemi basati su Transputer, con interfacce e funzioni allineate con gli standard internazionali più diffusi. HARMONY genererà un ambiente pratico, nel quale programmare applicazioni distribuite dinamiche, basato su interfacce standard e tale da permettere una facile migrazione fra successive generazioni di Transputer.

Gli sviluppi proposti prevedono una famiglia di sistemi operativi modulari basati su UNIX sia per i sistemi embedded che prevedono l'impiego di IMS T425 e IMS T805, sia per implementazioni distribuite di ambienti in tempo reale compatibili con Unix System V sui Transputer IMS T9000. Il sistema, inizialmente sviluppato e mantenuto su macchine Archipel Volvox, utilizzate come piattaforme di riferimento, verrà implementato su una vasta serie di macchine che utilizzano Transputer, con configurazioni diverse.

In collaborazione con i partecipanti all'iniziativa HARMONY, INMOS utilizzerà la tecnologia sviluppata nell'ambito di questo progetto anche in prodotti come sistemi per l'elaborazione dei dati di tipo generale, scalabili o embedded. Nel corso dei prossimi 2-3 anni, la disponibilità di un ambiente Unix veramente distribuito permetterà una maggior diffusione di applicazioni embedded.

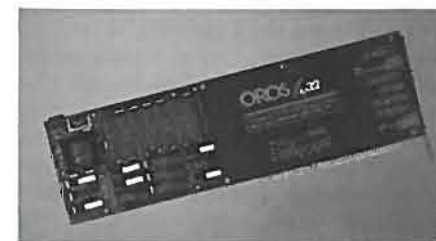
L'architettura dei Transputer, particolarmente adatta per la comunicazione dei dati, si è dimostrata la base ideale per il sistema operativo distribuito in tempo reale CHORUS/MiX. Il progetto HARMONY permetterà di ampliare l'applicabilità di UNIX dando la possibilità di implementare le caratteristiche di un sistema operativo distribuito in tempo reale, come CHORUS/MiX, alle macchine basate su Transputer. Ciò è particolarmente interessante per una vasta gamma di utenti, in particolar modo quelli del settore delle telecomunicazioni.

L'attuale sviluppo prende le mosse da una precedente collaborazione tra INMOS, Archipel e Chorus Systèmes, supportata dal Ministero francese dell'Industria, che aveva l'obiettivo di studiare la fattibilità dell'implementazione dell'ambiente Chorus su Transputer e che ha permesso di realizzare un prototipo di porting delle funzioni del kernel sul set di istruzioni delle macchine Transputer T805 e T9000.

Il lavoro di ricerca e sviluppo effettuato nell'ambito di questo progetto è importante per la definizione delle specifiche e delle funzioni necessarie nel contesto di sistemi operativi sofisticati per Transputer.

(4076)

SCHEDA PER L'ELABORAZIONE DEL SEGNALE DELLA BANDA AUDIO — La nuova scheda OROS-AU32 della OROS (13, Chemin des prés B.P.26-Meyland Cedex, F) costituisce una piattaforma di sviluppo, una stazione di analisi ed un supporto per le applicazioni di elaborazione del segnale audio in tempo reale.

La OROS-AU32 offre prestazioni (è stata sviluppata in conformità con la norma qualità ISO 9001) che aprono nuove prospettive di utilizzazione: la potenza di calcolo del processore a virgola mobile TMS 320C31 della Texas Instruments associata a tools software avanzati e user-friendly, consente di elaborare algoritmi complessi in tempo reale e di affrontare applicazioni multi-channel (fino a 24 vie) in una configurazione PC.

La OROS-AU32 presenta 2 I/U analogici a 16 bit nella banda dagli 0 ai 20 kHz. I suoi amplificatori programmabili consentono l'elaborazione diretta e, in condizioni ottimali, dei segnali provenienti dai sensori.

Grazie ai suoi set di programmi in C e alla sua architettura hardware aperta e modulare, questa scheda propone al developer un alto livello di portabilità e di produttività utilizzabile in molte applicazioni: elaborazione vocale, acustica, vibrazione, analisi di struttura, sismica, geografica, medicale e telecomunicazioni.

Il programma MUSTIG associato è un linguaggio grafico interattivo e multidimensionale che costituisce un potente tool di sviluppo, di analisi e di presentazione dei risultati. Questo programma funziona in ambiente Windows 3 che facilita l'apprendimento, il dialogo macchina e apre diverse possibilità di comunicazione.

Infine, la scheda OROS-AU32, destinata a ricevere l'applicazione finale, possiede i requisiti per l'elaborazione industriale di algoritmi di trattamenti specifici.

(4073)

DISPOSITIVO PAL® DA 5 NANOSECONDI — Advanced Micro Devices (in Italia: v. Novara 570 - Milano) ha annunciato la disponibilità in campioni del primo dispositivo logico programmabile CMOS da 5 nanosecondi prodotto a livello industriale. L'inizio delle consegne in volume del componente è previsto per la prima metà del 1993.

Realizzato con processo CMOS submicron cancellabile elettricamente di AMD, il PALCE20V8-5 è il più veloce dispositivo PAL CMOS oggi disponibile. Con una frequenza esterna massima di 117 MHz, il PALCE20V8 è utile in special modo nei sistemi basati su microprocessori ad altissima velocità. Le macrocelle costituiscono una struttura universale e il dispositivo è completamente compatibile con quelli di tipo GAL.

Con questo dispositivo CMOS da 5 ns AMD ha raggiunto lo stesso primato di velocità che detiene nei prodotti bipolari. I primi campioni del PALCE20V8 permetteranno di fare a meno dei prodotti bipolari anche per i progetti più veloci. Inoltre dopo il lancio del PALCE20V8-5 verrà introdotto il PALCE 16V8-5: complessivamente un radicale miglioramento per i progettisti in cerca di alte prestazioni. Attualmente campioni di dispositivi CMOS a 5 ns sono disponibili solamente presso AMD.

Campioni del PALCE20V8 sono disponibili sin d'ora in package PLCC da 28 piedini.

(4075)

NUOVO ESPANDENTE PER APPARECCHI REFRIGERANTI — Alla K'92, la Fiera delle materie plastiche di Düsseldorf, la Bayer (in Italia, viale Certosa 126 - Milano) ha presentato un nuovo frigorifero che rispetta l'ambiente. Ma la vera

novità consiste nel nuovo gas, il 1, 1, 1, 4, 4, 4, — esafluorobutano (HFKW 356) messo a punto dalla Bayer, nascosto nelle celle dell'espanso rigido poliuretanico che oltre a svolgere la funzione di isolante serve da elemento costruttivo. L'esafluorobutano, un idrocarburo fluorurato, si distingue in particolare per due caratteristiche; non distrugge l'ozono e presenta una bassa conducibilità termica di 0,0095 W/mK a 25°C, solo leggermente superiore a quella dei Clorofluorocarburi (CFC), i materiali da sostituire.

L'HFKW 356 offre inoltre altri requisiti: è ignifugo e non fuoriesce dall'espanso, neppure dopo anni. Il suo impiego non richiede alcuna modifica alle apparecchiature e alle tecnologie del processo attualmente in uso.

La nuova combinazione di frigorifero e congelatore presentata dalla Bayer alla K'92 è stata realizzata con un circuito di refrigerazione a base dell'idrocarburo fluorurato HFKW 134a, esente da cloro. In tal modo la Bayer è in grado di offrire un'ottima soluzione per la produzione di frigoriferi e congelatori che soddisfano le esigenze di compatibilità ambientale e di basso consumo energetico.

In prototipi di apparecchi di note aziende produttrici di frigoriferi, l'HFKW 356 ha fornito fino ad oggi ottimi risultati. Bayer prevede di commercializzare questo prodotto dalla seconda metà degli anni '90, a condizione naturalmente che gli esami tossicologici attualmente in corso ne confermino l'innocuità fisiologica.

(4069)

TEMPORIZZAZIONE PER I SERVIZI SATELLITE IDR E IBS/SMS — La nuova unità P1300 della Paradise Datacom fornisce temporizzazione per i servizi satellite IDR e IBS/SMS.

L'unità ha come dotazione standard un drop e insert multiplexer T1/E1 che le consente di fornire immediatamente i nuovi servizi IDR a bassa velocità, a 512 e 1024kbps, aggiunti nelle versioni 5 e 6 della specifica IESS-308 dell'Intelsat.

In funzionamento IDR, il dispositivo P1300 di base, fornito di tutte le schede interfaccia modem e terrestri, aggiungerà la necessaria struttura overhead ai dati. Si può aggiungere una scheda interfaccia overhead opzionale per accedere alle funzioni ESC e di allarme a ritroso che l'overhead IDR offre.

Le velocità temporizzate di 512, 1024, 1544, 2048, 6312 e 8448kbps sono tutte supportate. Le velocità non temporizzate supportate sono 64, 192 e 384kbps (solo buffer). La sincronizzazione delle trame dei portanti a 1544 e 2048 kbps può essere osservata indipendentemente su entrambi i percorsi di trasmissione e ricezione.

Sono disponibili due interfacce overhead IDR. La P1350 fornisce accesso all'overhead in completa conformità con IESS 308, offrendo due canali fonici ADPCM, un circuito dati ESC a 8kbps e quattro canali overhead d'allarme a ritroso. La P1350 consente ad uno o ad entrambi i canali ADPCM di essere disattivati fornendo un canale libero a 32 o 64kbps per misurazioni BER linea nell'overhead.

L'interfaccia di overhead P1351 viene usata quando portanti multipli collegano due sedi e i circuiti fonici ESC sono già disponibili su un altro portante. Come la P1350, fornisce un circuito dati a 8kbps e quattro canali di allarme a ritroso, ma al posto dei canali fonici ADPCM ha un circuito dati a 64kbps nell'overhead. Questo circuito dati a 64kbps, che consente di ottenere maggior reddito, ha un buffer Doppler indipendente sul lato ricevente e può utilizzare una qualsiasi scheda interfaccia Paradise standard per fornire un'interfaccia di traffico V35, RS422/449, X21 o G.703 (byte mantenuto) a 64kbps.

Con IBS/SMS, l'unità di temporizzazione P1300, dotata di ogni scheda interfaccia modem e terrestre aggiungerà la necessaria struttura overhead ai dati. Una scheda interfaccia overhead opzionale può essere aggiunta per fornire funzioni foniche ESC e di dati ESC asincrone all'interno della struttura overhead standard IBS/SMS. Tutte le velocità IBS/SMS attualmente approvate sono supportate dall'unità. La sincronizzazione delle trame dei portanti a 1544 e 2048kbps può essere controllata indipendentemente come optional sia sul percorso di ricezione che su quello di trasmissione.

Sono disponibili due interfacce overhead IBS. La P1360 consente l'accesso al singolo bit per trama definito da IBS/SMS per uso ESC.

Fornisce una porta RS232 asincrona che viene portata trasparentemente nell'overhead. La massima velocità Baud del canale, impostata dalla velocità dei dati del satellite, va da 110Baud a 64Kbps a 4800Baud a 2048kbps.

L'interfaccia overhead IBS P1361 è simile alla P1360 ma ha due canali RS232 asincroni indipendenti, ed utilizza il singolo bit ESC definito da IBS/SMS e praticamente tutta la capacità di riserva dell'overhead. È in grado di fornire un canale da 2400Baud a 64kbps (o due canali da 1200Baud), raggiungendo una velocità asincrona massima di 19,2kBaud (un canale) con un circuito satellite da 512kbps. Oltre alle due porte asincrone, una scheda figlia può essere aggiunta, recante un codificatore-decodificatore fonico CVSD che può fornire un ESC fonico riparabile su ogni portante oltre i 256kbps.

Sia in IDR che IBS/SMS, le velocità di generazione del clock non sono preimpostate internamente ma vengono calcolate al momento della selezione della velocità, permettendo il funzionamento a qualsiasi velocità che può essere generata dal circuito interno, e quindi il funzionamento non è limitato solo alle velocità approvate attualmente.

Entrambi i clock di uscita di trasmissione e ricezione sono generati da PLL separati a banda stretta, hanno aggancio di fase ai riferimenti selezionati e sono suddivisi per dare la corretta frequenza. Se l'uno o l'altro dei riferimenti non dovesse funzionare, viene azionato quello interno 1 ppm. Ciò assicura che l'ESC continui a funzionare anche senza traffico dati primario.

Il buffer Doppler/plesiocrono fornisce il trasferimento a memoria tampone fino a 256ms a 2048 kbps e permette di programmare la lunghezza dello slip come multiplo intero della lunghezza della multitrama per tutti i formati di trama terrestri disponibili. Il buffer può essere configurato in maniera tale da funzionare a velocità multiplex di secondo ordine se richiesto.

Il registratore di traffico registra gli ultimi 255 eventi verificatisi sul percorso di ricezione o su quello di trasmissione. La registrazione può essere visualizzata sul display a cristalli liquidi o su uno stampato. La P1300 comprende un controllore di ridondanza 1 - FOR - 1 che permette di configurare due unità come coppia di ridondanza. Il telecomando è un sistema multipunto RS485 che offre tutti i comandi disponibili sul pannello frontale.

I due ingressi di riferimento indipendenti accettano una qualsiasi frequenza fino a 10MHz. Uno accetta un clock compatibile RS422, o la propria uscita commutata attraverso un sistema di ridondanza o un clock comune distribuito all'intero rack. L'altro ingresso di riferimento accetta un clock di sincronizzazione G.703 para 10 su una fonte RF fino a - 5dBM.

Un prodotto della stessa serie della P1300, e cioè P1310 viene attualmente testato sottoponendolo a prove beta. Questa unità avrà tutte le caratteristiche della P1300 ma con l'aggiunta di un codificatore -decodificatore esterno Reed-Solomon per fornire il sistema ottimale super-IDR come definito nella nuova specifica IESS 308, revisione 6B.

Per ulteriori informazioni rivolgersi a Paradise Datacom, White Horse Lane, Witham, Essex CM8 2BU, England.

(4062)

MICROPROCESSORE HOBBIT ATT 92010 — Il processore e chipset Hobbit™, recentemente annunciato dalla AT&T (per informazioni rivolgersi a Vic Drake, Admail 4 International Ltd., Greatness Lane, Sevenoaks, Kent, TN14 5BQ, England) sarà al centro di una nuova classe di dispositivi portatili: dispositivi di telecomunicazione personali, più comunemente noti con la denominazione di «communicator». Questi prodotti assoceranno le capacità dei cellulari, fax portatili, modem ed agende elettroniche, al fine di fornire una singola fonte di informazione e di telecomunicazione per gli utenti di portatili.

I personal communicator gestiranno la telecomunicazione e la raccolta di informazioni in modo così efficiente che l'utente non sarà mai consapevole della presenza di un «computer all'interno». Inizialmente essi integreranno le funzioni come fax, posta elettronica e telecomunicazione a viva immagine, in un singolo prodotto. In seguito, con il progredire della tecnologia, diverrà possibile eseguire funzioni come videotelefonia ad immagini in tempo reale, e trasmissione della grafica. Le tecnologie avanzate, necessarie per la realizzazione — la microelettronica, il software, e le comunicazioni radio ad alta ampiezza d'onda — sono tutte in fase di progresso talmente rapido da permettere la visione futura di questo concetto finale.

Il microprocessore Hobbit™ ATT92010 da 32 bit, 20 Mhz, fornisce una prestazione da 13,5 VAX MIPS, ad un consumo d'energia di 250mW. Progettato per uso sui personal communicator, il processore Hobbit è basato sull'architettura processore set di istruzioni razionali in linguaggio C (CRISP), sviluppata dalla AT&T Bell Laboratories.

Il processore Hobbit funziona a 3, 3V, riducendo il consumo d'energia e prolungando la durata della batteria in applicazioni portatili. Un'architettura a pila di memoria a memoria elimina la necessità di registri su chip, consentendo al dispositivo di fornire rapida commutazione di contesto e risposta d'interruzione. Queste sono caratteristiche essenziali all'hardware per ambienti multicompito a tempo reale, come quelli incontrati dai personal communicator.

Il supporto per il chip include quattro periferiche altamente integrate, che completano una serie di cinque chip fornendo una completa soluzione per produrre un personal communicator. Questi chip eseguono funzioni come l'arbitrazione bus, l'interfacciamento PCMCIA, la gestione dell'energia, routing di interruzione, il controllo SRAM/DRAM, l'orologio ed il controllo del display.

Il processore combina il meglio dell'approccio dei design CISC e RISC. Le sue istruzioni simili al CISC a lunghezza variabile e l'architettura di memoria a memoria producono un codice altamente compatto: critico nelle applicazioni portatili dove la capacità di memoria è scarsa. Come una macchina RISC, il processore dispone di una piccola serie di istruzioni ed architettura pipeline, che consentono l'esecuzione di istruzioni a monociclo e quindi alta prestazione.

Il processore Hobbit integra anche una MMU (unità gestione memoria) a 32 ingressi interamente associativa con buffer di traduzione, un cache di istruzioni associative in serie da 3Kbyte a 3 vie, ed un cache a pila da 256 byte. In risposta alla mancanza di uno standard per l'ordinazione di byte di dati, il chip può far fronte ai formati «big-endian» e «little-endian».

Le prestazioni del processore vengono migliorate dall'impiego dalla preletura/decodificazione indipendente ed unità di esecuzione, con cache di istruzioni per entrambi le istruzioni codificate e decodificate. Ciò consente al processore Hobbit di eseguire un'istruzione mentre decodifica quelle successive, e migliora la sua abilità di commutare il contesto e diramare le istruzioni.

Anche l'impiego della struttura a cache a batteria migliora le prestazioni, offrendo il meglio della gestione dati basati su registro e basati su cache. Come per i registri, la cache a batterie consente rapido accesso, e non richiede etichette o paragoni di etichette. Così quando si usa la cache, il design del compilatore è semplice, lo spazio di memoria viene assegnato in modo più utile, e può essere utilizzato per conservare strutture di dati complessi come stringhe ed array.

La serie a cinque chip Hobbit consiste nel microprocessore ATT92010, più quattro periferiche:

- Il controllore della gestione del sistema ATT92011 che fornisce il controllo del livello del sistema e le funzioni di gestione dell'energia;
- Il controllore ATT92012 PCMCIA che fornisce l'accesso alla memoria ed i dispositivi I/O;
- Il controllore ATT92013 periferico che fornisce un'interfaccia tra il bus locale del processore ed un subset del bus ISA;
- Il controllore 92014 del video display che supporta entrambi i display LCD e CRT.

(4070)

COLORSYNC: L'ARCHITETTURA STANDARD APPLE PER LA CORRISPONDENZA DEL COLORE — Apple Computer (v. Milano 150 - Cologno Monzese, MI) annuncia la disponibilità della sua nuova architettura di corrispondenza del colore per Macintosh®, detta ColorSync™. La nuova tecnologia software consente agli utenti di schermi, scanner, stampanti e altri dispositivi a colori di mantenere il più alto grado di fedeltà di riproduzione del colore nel passaggio da un dispositivo all'altro, fornendo pertanto l'equivalente cromatico del WYSIWYG (What You See Is What You Get) cioè la pagina stampata corrisponde esattamente a quanto visualizzato sul monitor o almeno la sua migliore approssimazione possibile rispetto all'hardware e al software utilizzati, senza richiedere all'utente investimenti aggiuntivi. Oggi Macintosh è l'unica piattaforma nell'industria del personal computer in grado di offrire un'architettura standard di corrispondenza del colore.

ColorSync elimina i procedimenti per tentativi alla ricerca del colore corretto nella creazione di riproduzioni di immagini su personal computer, facendo della gestione del colore una normale attività di routine dal punto di vista dell'utente Macintosh e consentendo la massima resa e fedeltà cromatica su qualsiasi dispositivo.

Apple ha sviluppato ColorSync con l'obiettivo di fornire uno standard industriale per interpretare e sincronizzare le funzionalità di dispositivi a colori come monitor, scanner e stampanti e così offrire all'utenza risultati coerenti, o corrispondenti, nella gestione del colore con dispositivi che dispongono di spettri differenti. Il software risolve i problemi inerenti a questi aspetti, in due modi: un sistema di misurazione coerente degli spettri di colori di ciascun dispositivo (profili di dispositivo) e la sincronizzazione delle funzionalità di colore di due o più dispositivi differenti. In pratica l'utente potrà ottenere, per esempio, la riproduzione video più fedele possibile dell'immagine a colori acquisita via scanner e così via.

ColorSync risolve numerose difficoltà che hanno complicato per anni il lavoro degli utenti di personal computer. Alla Apple sono convinti che una soluzione come ColorSync, di ampia diffusione e funzionante a livello di sistema operativo, aiuterà le persone a comunicare meglio e a incrementare la produttività. Questo software, inoltre, rappresenta una notevole opportunità per gli sviluppatori e per i loro progetti più innovativi riguardanti la gestione del colore.

Pur essendo ColorSync progettata come soluzione base per tutti gli utenti, Apple riconosce l'importanza di disporre

di funzionalità specializzate per compiti particolari, come quelle annunciate da sviluppatori di periferiche e applicazioni di terze parti come Eastman Kodak, Adobe Systems, Radius, SuperMac Technology, Savitar e Sequel Imaging. Nel futuro il numero dei prodotti capaci di sfruttare le nuove funzionalità di ColorSync è destinato a crescere con rapidità. Il supporto di ColorSync è in via di annuncio, inoltre, da parte di Aldus, Fractal Design, RasterOps e Scitex.

ColorSync viene attualmente offerta come estensione del sistema operativo Macintosh, che verrà installata nei computer Macintosh capaci di gestire il colore e compresa nei dischi che accompagnano Apple Color OneScanner e Apple Color Printer, oltre che concessa in licenza agli sviluppatori di terze parti per la sua inclusione in periferiche e applicazioni.

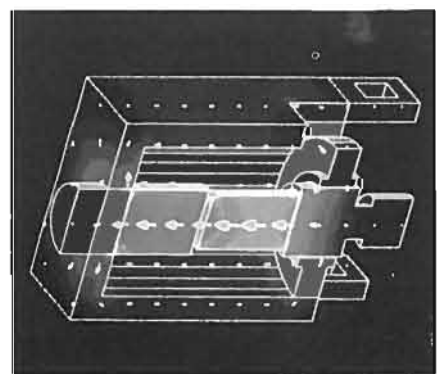
(4066)

CAD PER L'ELETTRONICA — Novità nel campo della progettazione assistita da computer applicato all'elettrotecnica: CEDRAT (10, Chemin du Pré Carré - Meylan, Francia) annuncia una nuova release di Flux 2D, il suo programma di calcolo dell'infinito tramite elementi finiti che permette di risolvere problemi di elettromagnetismo con estrema precisione e tempi brevi.

Flux 3D è un programma user-friendly (riconoscimento automatico delle superfici e dei volumi/realizzazione automatica del reticolo per la rappresentazione di immagini 3D) dotato di strumenti di descrizione grafica molto efficaci.

Grazie a Flux 3D, si possono creare automaticamente superfici e volumi sulla base di una superficie esistente mediante una serie di trasformazioni geometriche.

La flessibilità di Flux 3D consente di superare il mito negativo della modellizzazione tridimensionale, considerata finora un compito difficile e lungo.

Le sue funzionalità hanno permesso la progettazione di spettrometri e la messa a punto di un nuovo concetto di separazione magnetica. Ma le potenzialità della modellizzazione 2D e 3D si estendono a numerose altre applicazioni: motori di tutti i tipi, trasformatori, attuatori elettromagnetici, sensori, testine di lettura, supporti magnetici, riscaldamento per induzione, controllo non distruttivo, dispositivi alta potenza, ecc...

Inoltre da 3 anni, CEDRAT lavora su un programma di ricerca dedicato ai materiali attivi nel campo dell'elettronica, la piezoelettricità e la magnetostrizione. Con il programma ATILA che calcola gli accoppiamenti elettromagnetici e le strutture fluide, CEDRAT dispone di uno strumento di progettazione efficace di nuovi dispositivi piezoelettrici e magnetostrittivi. I risultati di questa ricerca hanno già permesso la realizzazione di un attuatore di taglio e saldatura ad ultrasuoni.

CEDRAT detiene inoltre il record mondiale della deformazione del TERFENOLO-D (un materiale magnetostrittivo) realizzato con un trasduttore sonar per conto della Marina Francese.

(4067)

MATERIALI SUPERCONDUTTORI: NUOVI SVILUPPI — Gli scienziati della Du Pont de Nemours hanno effettuato con risultati positivi la prima lavorazione in-situ di un film sottile a base di tallio con caratteristiche di superconduttività a temperature tra le più alte conosciute. Questo sviluppo indica la possibilità di arrivare a un miglior processo di fabbricazione di film multi-strato superconduttori con superfici di elevata levigatezza e utilizzabili per applicazioni avanzate.

Tra le possibili future applicazioni, da ricordare la produzione di circuiti digitali di superiore velocità per computer.

La lavorazione in-situ è un processo di produzione mono-fase che consente alla miscela a base di tallio di acquisire caratteristiche di superconduttività già all'uscita dello ionizzatore. Il processo a due fasi finora utilizzato per realizzare materiali superconduttori prevede anche il passaggio di uno speciale forno.

Dean W. Face e Joseph P. Nestlerode della Experimental Station della Du Pont hanno fatto accrescere il film di ossido di tallio-bario-calcio-rame a 500-600 °C temperature relativamente basse per questo processo. Alle temperature convenzionalmente impiegate per la lavorazione di film superconduttori, che possono arrivare a 890 °C, il tallio sarebbe evaporato.

Il processo comprende la ionizzazione simultanea di atomi di bario, calcio, rame e ossigeno su un substrato in presenza di vapori di ossido di tallio. Il film di ossido di tallio-bario-calcio-rame che si ottiene, comincia a perdere resistenza alla corrente, segno distintivo della superconduttività, alla temperatura di 80 K (-280 °C).

Gli scienziati hanno inoltre verificato che, sostituendo gli atomi di calcio con atomi di ittrio durante la ionizzazione, la temperatura di transizione alla superconduttività passava a 97 K (-263 °C).

Il lavoro è stato svolto all'interno di un contratto con la Us Air Force in collaborazione con il Wright Laboratory presso la Wright Patterson Air Force Base a Dayton (Ohio).

I conduttori a base di tallio hanno suscitato grande interesse perché, secondo i test effettuati, possono operare a temperature fino a 127 K (-273 °C), attualmente il record per la temperatura di transizione alla superconduttività. Queste temperature relativamente elevate offrono un superiore margine di sicurezza nel caso si avesse una perdita di refrigeranti, in particolare quando si utilizzano sistemi refrigeranti con azoto liquido, sostanza che bolle a 77 K (-283 gradi °C). La fabbricazione di questi conduttori è stata finora difficoltosa a causa dell'alta volatilità del tallio.

L'abbassamento della temperatura di lavorazione facilita la fabbricazione di strutture multi-strato a base di differenti materiali, come superconduttori e isolanti. Le elevate temperature di processo possono infatti degradare gli interfaccia tra i superconduttori e gli altri materiali.

Un altro gruppo di ricerca della Du Pont sta studiando l'impiego della lavorazione in-situ a temperature tra 500 e 600 °C per una nuova famiglia di compound brevettati a base tallio-piombo con caratteristiche di superconduttività alla temperatura di -148 °C (125 K). Questa ricerca viene svolta all'interno di un programma governativo triennale. Il 65% del costo della ricerca è coperto dall'Advanced Technology Program (ATP) dell'US Department of Commerce, un programma gestito dal National Institute of Standards and Technology.

(4063)

LE SOLUZIONI PER LA CITTÀ INTELLIGENTE — Alcatel Italia presenta a Urbania '93, le soluzioni per l'automazione della gestione dei trasporti urbani e interurbani e per migliorare la mobilità e il traffico. Alcatel Italia opera nel mercato dei trasporti e del traffico come fornitore «globale» con sistemi che vanno dalla gestione dei parcheggi, all'informazione stradale, alla gestione e monitoraggio delle reti di trasporto. In particolare, nel contesto di Urbania '93 sono presentati il sistema Digipark, per il controllo in tempo reale della rete del trasporto pubblico, e il sistema Digipark, per l'automazione degli impianti di parcheggio. Di particolare interesse è l'utilizzo per la prima volta della tecnologia di telelocalizzazione satellitare (con il sistema GPS) nel monitoraggio dei mezzi di trasporto sul territorio.

«Grazie alla progressiva integrazione elettronica dei diversi servizi, i sistemi Alcatel permettono, tra l'altro, di estendere le modalità di informazione al pubblico, unificare le modalità di pagamento, semplificare gli aspetti amministrativi, aprendo così la strada verso nuovi livelli di servizi», ha dichiarato Massimo D'Ammassa, direttore Marketing della divisione.

Digibus è un sistema modulare, già adottato da numerose aziende municipalizzate ed è disponibile anche in una versione che prevede l'impiego della rete GPS (Global Positioning System) che permette alla centrale di controllo operativa di verificare con esattezza il posizionamento di ogni automezzo. Tale sistema è quindi particolarmente idoneo per reti di trasporto pubblico urbano estese e complesse, nonché per le reti di trasporto extraurbano.

Il calcolatore di bordo del sistema Digibus consente di rilevare per ogni autobus tutti i principali elementi riguardanti il percorso, il movimento dei viaggiatori, l'emissione e/o convalida dei biglietti, memorizzando i dati sulla memoria di bordo. Tali dati possono essere poi «scaricati» in tempo reale attraverso una rete radiomobile per essere quindi consolidati nel sistema di controllo della centrale operativa.

Il sistema Digibus include apparecchiature per la vendita self-service dei biglietti con le varie forme di pagamento oggi esistenti e con rendiresto, accettando ogni taglio di carta moneta. Nel suo insieme è un sistema tecnologicamente avanzato che è aperto alla informazione per l'utente, dando la possibilità alle aziende di trasporto di migliorare il servizio. Tra le realizzazioni italiane, particolare interesse ricopre il progetto avviato dall'ATC, l'Azienda di trasporto pubblico di Bologna. Il progetto avviato dall'azienda municipale bolognese riguarda un terzo dei 900 veicoli che costituiscono il parco circolante. Per il suo carattere fortemente innovativo, questo sistema è stato ammesso ai finanziamenti del progetto »Drive» della Comunità Europea.

Un altro sistema «intelligente» è Digipark, ideato per una maggior economicità di gestione di controllo, offre una soluzione completa che permette la totale automazione degli impianti di parcheggio, che possono comprendere più casse e punti di ingresso/uscita. Il sistema, governato da un personal computer, provvede a rilevare gli accessi, segnalare la disponibilità di posti, calcolare la tariffazione (anche in presenza di eventuali fasce orarie differenziate) ed effettuare gli incassi. È prevista inoltre la possibilità di utilizzo di mezzi di pagamento automatici con casse rendiresto di grande capacità, e naturalmente il sistema utilizza schede magnetiche che consentono tariffazioni in abbonamento o a scalare. Questa soluzione assume particolare rilievo anche alla luce di realizzazioni e progetti di tariffazione integrata (come quello realizzato a Milano con la «Carta Arancio»), che permettono l'accesso a una pluralità di servizi attraverso un unico strumento di pagamento.

Dario Soresina, vice direttore generale di Alcatel Italia al quale fa capo la Linea Sistemi per il Trasporto e il Traffico sottolinea *«L'importanza per le amministrazioni comunali, gli organismi di gestione e gli utenti è di poter disporre di pubblici servizi di elevata qualità, capillarmente diffusi, di costo competitivo, accompagnati da una semplificazione dei sistemi tariffari e di pagamento. Le condizioni della viabilità, soprattutto nei grandi centri urbani, hanno infatti creato l'inderogabile necessità di migliorare il livello del servizio offerto per indurre gli utenti a privilegiare il mezzo pubblico, mentre i gestori hanno la necessità di ottimizzare le risorse, qualificare ed allargare l'offerta, anche con l'estensione del bacino servito, contenendo nello stesso tempo i costi operativi. Sono oggi disponibili nuove tecnologie che permettono di conseguire questo risultato, a condizione di assicurare una reale integrazione dei servizi e migliorare gli aspetti di integrazione e controllo».*

(4083)

INNOVATIVE SOLUZIONI PER LA CONNETTIVITÀ DELLE RETI LAN E WAN — Dalla RAD Data Communications, una serie di nuovi prodotti LAN/WAN che semplificano l'integrazione delle reti SNA e LAN, e permettono l'estensione in sede cliente di reti X.25 per una migrazione progressiva ed armoniosa al Frame Relay.

La RAD Data Communications presenta al CeBIT 93, Hannover (Germania), un'ampia gamma di prodotti di connettività a basso costo per applicazioni LAN e WAN. Le famiglie di prodotti presenti allo stand comprendono:

Convertitori SNA/SDLC-LAN

STC-1, STC-2. FTC-1, SEC-1, FEC-1. Rispondendo alla domanda del mercato per l'integrazione delle reti SNA e LAN, la RAD propone ora un'intera famiglia di convertitori indipendenti SNA/SDLC per reti Token Ring e Ethernet. Con un prezzo di listino altamente competitivo, questi convertitori permetteranno ai responsabili di rete di sfruttare senza difficoltà la dorsale LAN/WAN per i loro dispositivi SNA/SDLC (sistemi "host" IBM, unità front-end e controllori vari). Oltre al risparmio sui costi di linee dedicate ridondanti e alla realizzazione l'integrazione di ambienti SNA e LAN integrati, questa soluzione permette di usufruire della velocità e dell'affidabilità offerte dalla dorsale LAN/WAN e di semplificare la gestione complessiva della rete.

Elementary Bridge per reti Token Ring e Ethernet

TRE-8, MBE-8. Bridge elementari destinati a permettere l'estensione di reti locali Token Ring o Ethernet da uffici centrali verso sedi remote. Questi prodotti possono supportare fino a 80 stazioni di lavoro remote. Disponibili come unità indipendenti, schede per PC o elementi modulari nell'ambito di un *hub* intelligente, queste unità trasmettono i dati in modo sincrono od asincrono usando collegamenti trasmissivi da 4,8 kbps a 512 kbps.

Compression Bridge per reti Token Ring e Ethernet

Trimbridge 10/16. Bridge remoti con compressione operanti a livello MAC (Media Access Control) che permettono la connessione di reti locali remote, Ethernet o Token Ring, tramite un collegamento trasmissivo seriale con una velocità massima di 2,048 Mbps. L'unità opzionale di comprensione dati permette di moltiplicare per 4 la velocità di trasmissione. Cinque le interfacce WAN disponibili: V.24, V.35, X.21, V.36 e RS-530.

Commutatori di pacchetto per reti X.25 e Frame Relay

SPS-6/12, PSS4. Unità di commutazione di pacchetto per *Frame Relay* e reti X.25 private. Questi dispositivi economici, ad alte prestazioni, consentono agli utenti di realizzare o ampliare reti X.25 private, di accedere alle reti pubbliche commutate, e di assicurare la facile e progressiva migrazione dei sistemi verso reti *Frame Relay*.

Multiplexer ad alta velocità per dati, fonia, fax e LAN

Kilomux-2000. Multiplexer fonia/dati ad alte prestazioni. Permette ai gestori di rete di ridurre drasticamente i costi di comunicazione organizzando il traffico dati, voce (con compressione), fax e LAN su canali trasmissivi singoli o doppi (con linea di riserva commutata o una seconda linea affittata). La velocità di trasmissione a livello di canale varia da 9,6 kbps a 384 kbps.

Digital Access Cross-Connect (DACS)

DXC-10. Unità Digital Cross-Connect e convertitore T1/E1. Questo dispositivo mette a disposizione delle P&T un'unità di accesso economica alla dorsale DACS (Digital Access Cross-Connect Service). Le aziende private possono inoltre utilizzare questo apparato come convertitore T1/E1 per le loro applicazioni internazionali d'interconnessione di reti.

Oltre a questi prodotti, la RAD Data Communications presenta anche i suoi *hub* modulari intelligenti per Token Ring e FDDI, un multiplexer integrato E1 e una nuova serie di modem miniaturizzati a breve raggio per comunicazioni affidabili punto a punto e multipunto.

(4084)

CONVERTITORE A DUE CANALI SINCRO/RESOLVER - DIGITALE PROGRAMMABILE — L'SDC-14620 della Data Device Corporation (DDC) (in Italia: Microelit S.p.A., v. Sardegna 1 - Milano) è il più piccolo convertitore a due canali sincro/resolver digitale programmabile disponibile sul mercato. Il dispositivo ibrido richiede solo una singola alimentazione di +5 volt e consente di commutare la risoluzione di uscita di ciascun canale a 10, 12, 14 e 16 bit durante il funzionamento.

Ogni canale dell'SDC-14620 converte le uscite in corrente alternata dei sincro o dei resolver in una parola digitale che rappresenta l'angolo di ingresso. La precisione è di ±2 o ±4 minuti d'arco ±1 LSB ed ogni

canale fornisce un segnale di velocità con linearità dell'1%, ±4 volt CC. Il convertitore è contenuto in un contenitore con 54 terminali della dimensione di solo 38,1 mm × 20,3 × 5,1 mm.

L'SDC-14620 occupa poco spazio, ha basso peso ed è indicato nelle applicazioni quali il controllo di motori e la robotica, il posizionamento di antenne radar, le piattaforme inerziali, le bussole giroscopiche ed il controllo del volo di aerei.

L'SDC-14620 si basa su due identici circuiti integrati monolitici CMOS che forniscono la completa funzione di conversione per entrambi i canali in un singolo contenitore. Il solo componente esterno richiesto è un condensatore di disaccoppiamento. Ciascuna uscita digitale ha 16 bit, ha un latch trasparente a tre stati, in modo che i dati possano essere trasferiti senza disturbare la funzione di tracking del convertitore.

Il convertitore accetta ingressi resolver di 2 e 11,8 rms. Per ingressi sincro, l'SDC-14620 contiene uno Scott T a stato solido, che accetta livelli di segnali di 11,8 o 90 volt rms. La gamma di frequenza è compresa tra 360 Hz e 5KHz, con una banda a loop chiuso di 60Hz, oppure tra 47Hz e 5KHz con una banda di 15Hz. Gli output del resolver possono essere resistivamente scalati per tensioni non standard.

Il convertitore funziona in una gamma di temperatura di lavoro compresa tra 0 °C e 70 °C oppure -55 °C e +125 °C, con una singola alimentazione di 5 volt CC, ed è disponibile con screening secondo lo standard MIL-STD-883. L'SDC-14620 pesa solo 18 grammi, quindi è particolarmente adatto per applicazioni aerospaziali.

(4085)

MACINTOSH DUO, LA SOLUZIONE DESKTOP CON I VANTAGGI DI UN NOTEBOOK — Apple Computer presenta un nuovo sistema Macintosh® che unisce la potenza e la versalità dei computer desktop alla praticità delle macchine notebook. Il nuovo Sistema Macintosh Duo™ consente infatti all'utente di inserire un computer Macintosh PowerBook™ Duo in una stazione desktop che si collega ad una varietà di periferiche e risorse di rete. Come risultato, gli utilizzatori di un Sistema Macintosh Duo possono contare su un sistema desktop completo in ufficio, comprensivo di tastiera standard, monitor a colori e possibilità di espansione, e su un potente computer notebook da portare con sé.

Con Duo System l'utenza, ottiene il meglio dei due mondi. Un Macintosh da scrivania e un Macintosh PowerBook in un unico sistema. Oggi è possibile dimenticare i problemi di gestione dei file derivanti dal lavoro su più macchine separate e avere sempre con sé tutti i documenti e le applicazioni che servono. A differenza di altre unità similari, inoltre, il Sistema Duo passa dalla condizione di notebook a quella di desktop — e viceversa — con una singola, semplice operazione, evitando rischi di perdita di dati e noiose riconfigurazioni hardware e software.

Il Sistema Macintosk Duo è composto da tre parti: un computer notebook PowerBook Duo, il Macintosh Duo Dock™ e la tecnologia di aggancio PowerLatch™ che consente il passaggio veloce e sicuro tra le due modalità operative del sistema.

Un notebook ad alte prestazioni per meno di due chilogrammi

Cuore del Sistema Macintosh Duo è il computer PowerBook Duo ad alte prestazioni. Sono disponibili due modelli, denominati 210 e 230, ambedue con un peso di 1.9 kg (batteria inclusa) e con uno spessore di soli 3,6 centimetri.

Pur essendo compatto e leggero, un PowerBook Duo offre le stesse prestazioni di un potente computer da scrivania. I due modelli sono equipaggiati con un processore Motorola 68030 con clock di 25 (PowerBook Duo 210) e 33 MHz (230) e montano un disco rigido da 80 Mbyte (PowerBook Duo 230 prevede anche una configurazione con disco da 120 Mbyte). La dotazione di memoria è di 4 Mbyte di RAM espansibili a 24 Mbyte; lo schermo è a cristalli liquidi supertwist con retroilluminazione, e visualizza 16 livelli di grigio.

Come tutti i computer Macintosh, i PowerBook Duo sono completi di sistema operativo System 7™ e software di rete AppleTalk®, per facilitare la connessione e la condivisione di file con altre macchine. Grazie al software AppleTalk Remote Access e a un modem, gli utenti possono inoltre collegare PowerBook Duo a una rete remota di altri computer Macintosh, attraverso una linea telefonica.

Macintosh Duo Dock

Quando l'utente ritorna al suo posto di lavoro, è sufficiente il PowerBook nel Macintosh Duo Dock, collegabile a un monitor a colori di grandi dimensioni (fino al monitor a colori Macintosh da 16"), a una tastiera standard e a stampanti e server di rete. Duo Dock contiene due connettori NuBus per l'aggiunta di nuove opzioni o dispositivi, come un monitor supplementare o di dimensioni superiori, rete ad alta velocità, acquisizione video o scheda di accelerazione. Sono presenti anche un'unità floppy interna e un alloggiamento per dischi rigidi da 3.5".

Insieme, PowerBook Duo 230 e Macintosh Duo Dock offrono prestazioni seconde solo a quelle della linea Macintosh Quadra™ e costituiscono una soluzione di fascia media ideale per chi desidera alte prestazioni e al tempo stesso la massima trasportabilità delle informazioni. Per esempio, un professionista dell'editoria elettronica potrebbe usare PowerBook Duo per recarsi da un fornitore a consegnare materiale o mostrare un progetto di lavoro e avere nel suo ufficio un Macintosk Duo Dock equipaggiato con un monitor di grandi dimensioni, un secondo disco rigido ed eventualmente una connessione in rete Ethernet.

La tecnologia di aggancio più avanzata

Ciò che consente all'utente di Sistema Macintosh Duo di cambiare rapidamente e con facilità le sue condizioni di lavoro, è la nuova tecnologia PowerLatch di Apple.

Altri sistemi similari richiedono la connessione di cavi e la riconfigurazione di alcuni file di avvio ogni volta che si desidera utilizzare il notebook in versione scrivania. La tecnologia di aggancio è inoltre meccanica, per cui sta all'utente stabilire se il collegamento sia stato correttamente effettuato. In presenza di problemi — aggancio scorretto o espulsione accidentale del notebook mentre si lavora — è certa la perdita dei dati.

I sistemi tradizionali vengono superati dalla tecnologia PowerLatch, mediante la quale è sufficiente inserire PowerBook Duo nel Duo Dock e premere il pulsante di avvio per disporre di una stazione desktop pienamente funzionante in tutte le sue opzioni, compresi i collegamenti di rete e l'accesso alle periferiche senza dover riconfigurare nulla. Il punto di connessione tra notebook e Duo Dock è uno solo e non vi è necessità alcuna di collegare cavi supplementari, neppure in caso di utilizzo di un modem. PowerBook Duo viene agganciato automaticamente nella posizione corretta e collegato con sicurezza al Duo Dock. Sullo schermo compare inoltre, nelle situazioni appropriate, un messaggio che invita a non rimuovere il notebook dalla stazione prima di avere salvato il lavoro; una misura di sicurezza aggiuntiva per le informazioni memorizzate.

Il Sistema Macintosh Duo rappresenta una soluzione ideale per i professionisti che dividono il loro tempo di lavoro tra due o più uffici e chiedono un'alta trasportabilità delle informazioni. E, dato che il Sistema Duo permette a più utenti PowerBook Duo di condividere lo stesso Duo Dock, i reparti aziendali dove la frequenza delle presenze in ufficio è minima — per esempio nel caso di rappresentanti o consulenti — possono ottimizzare le risorse acquistando la quantità necessaria di PowerBook Duo e un numero ridotto di Duo Dock. Il Sistema Macintosh Duo è una soluzione pratica anche per l'ambiente universitario, dove è possibile installare le stazioni Duo Dock nei laboratori e consentire agli studenti, muniti di PowerBook Duo, la condivisione dell'accesso a stazioni equipaggiate con monitor di grandi dimensioni, accesso al mainframe dell'istituto e periferiche ad alte prestazioni.

Periferiche opzionali

Il Sistema Macintosh Duo offre una serie di periferiche e accessori mirati alla facile personalizzazione del sistema. Uno dei più importanti è Macintosh MiniDock™, una versione ridotta del Duo Dock. MiniDock consente il collegamento a monitor esterno, tastiera standard, mouse e stampante, ma pesa meno di 600 grammi ed è sufficientemente compatto da risultare trasportabile insieme a PowerBook Duo. MiniDock consente anche l'utilizzo contemporaneamente dello schermo del notebook e di un monitor esterno. E, utilizzando la sua porta SCSI, è possibile collegare il PowerBook Duo a un altro Macintosh come disco rigido, permettendo così lo scambio, la copia e la manipolazione dei documenti con la massima facilità.

Sia PowerBook Duo 210 che il modello 230, incorporano la tecnologia di risparmio energetico EverWatch™, che estende l'autonomia di questi notebook — equipaggiati con batterie all'idruro di nichel — fino a un massimo di 4.5 ore tramite la disattivazione dei componenti momentaneamente non utilizzati, quali microprocessore, disco rigido, modem e retroilluminazione dello schermo.

Un'altra importante opzione a disposizione di PowerBook Duo, sarà poi il Macintosh PowerBook Express Modem, un fax/modem in grado di offrire velocità di trasferimento dati di 14.400 bit per secondo (57.600 applicando le tecniche di compressione incorporate), nonché ricezione e invio di fax a 9.600 bps. Il modem supporta l'insieme dei comandi AT Hayes e gli standard industriali di controllo degli errori e compressione dei dati, per garantire il massimo delle prestazioni e dell'affidabilità.

Ulteriori accessori opzionali per il Sistema Macintosh Duo comprendono kit di espansione di memoria da 4 e 8 Mbyte, unità floppy esterna, adattatore floppy esterno, alimentatore di rete, caricabatterie e batterie all'idruro di nichel per entrambi i PowerBook Duo e coprocessore matematico, kit di espansione RAM video e Scheda Apple Ethernet NuBus per Macintosh Duo Dock. (4086)

PIÙ TECNOLOGIE DI PROCESSO CON IL MULTI-PRODUCT WAFER TRAIN SERVICE — Austria Mikro Systeme International (AMS) (in Italia: piazzale Lugano 9, MI) presenta per il 1993 il programma di produzione «Multi-Product Wafer Train Service» (MPW) relativo ai processi CMOS da 0,8μ, 1μ, 1,2μ, 2μ, e 3μ. Si tratta di un sistema di produzione noto anche come «multichip su fetta» che permette la produzione in parallelo di dispositivi diversi su un unico wafer, per la realizzazione di prototipi.

Il vantaggio per i clienti del servizio MPW Train Service di AMS è quello di una riduzione del 50% circa dei costi di sviluppo, grazie alla riduzione dei costi di mascheratura e produzione. I tempi di ciclo sono ridotti al minimo; inoltre il servizio MPW permette di studiare, con costi molto ridotti, in parallelo, diverse funzioni di progetto. Ciò riduce i rischi di progettazione; il cliente può valutare le prestazioni di diverse opzioni senza un allungamento dei tempi complessivi di progetto.

AMS raggruppa dispositivi, progettati con processi compatibili, sullo stesso wafer.

AMS riceve quindi i nastri di produzione dal cliente e consegna i componenti assemblati. Vengono lasciati in produzione lotti diversi per i processi da 1μ, 1,2μ, 2μ, e 3μ, più uno da 0,8μ.

L'implementazione pratica in AMS del sistema MPW ha avuto successo grazie allo sforzo notevole profuso nella preparazione dei dati, nella produzione delle maschere, nell'assemblaggio e nel coordinamento di tutta l'attività di produzione.

L'avvio del servizio MTW da parte di AMS è stato possibile grazie alla presenza di un'unità di produzione integrata, che garantisce la realizzazione di maschere, la preparazione di dati, la produzione di wafer, l'assemblaggio ed il collaudo.

(4081)

ANTENNA A SCATTO PER I TELEFONI IN AUTOMOBILE — Dato che le installazioni su cristallo dei telefoni mobili stanno diffondendosi sempre di più, lo sviluppo si è concentrato sulle possibilità di collegamento dell'antenna con la piastra fissa di installazione. La maggioranza dei sistemi attualmente disponibili, comprende un radiatore esterno montato a vite che presenta spesso un cattivo collegamento dovuto alla corrosione e un ricevitore interno che può disturbare la visibilità del conducente.

Adesso, una nuova antenna installabile a scatto, prodotta dalla società Allgon Antenna AB (Stoccolma - Svezia) può rivoluzionare il settore eliminando questi ed altri problemi ed offrendo una ricezione telefonica in auto chiara e priva di disturbi.

La società fa presente che, a differenza degli altri modelli, la nuova antenna per telefono cellulare Clic è di facilissima installazione. Essa consiste di soli tre elementi e può essere installata su qualsiasi veicolo in modo rapido e semplice. Un'antenna integrale e il dispositivo di montaggio, saldati insieme e incapsulati in un alloggio resistente di plastica, eliminano efficacemente i problemi causati dalla corrosione dell'acqua al collegamento del radiatore. Una piastra di montaggio esterna, che si attacca al cristallo esterno o del lunotto posteriore o del parabrezza, è prodotta nella stessa plastica robusta e flessibile che si adatta a qualsiasi tipo di curvatura.

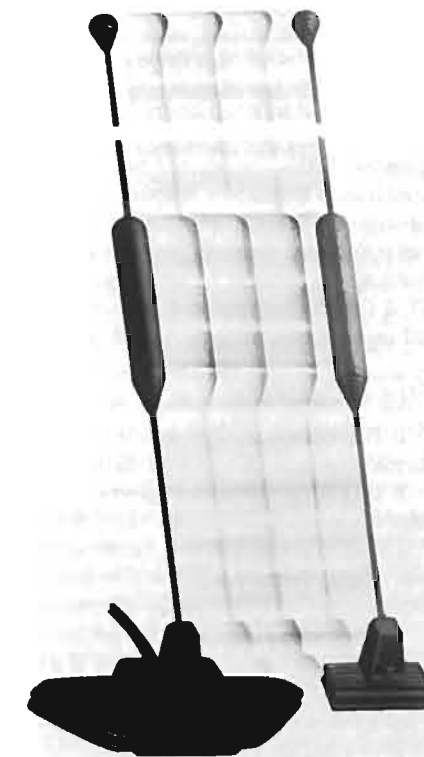
Ma il vero particolare rivoluzionario è, secondo la Allgon, il collegamento che salda insieme le due sezioni. Questa presa a «V», semplice, ma ingegnosa, ha resistito, in fase di collaudo, a 10.000 inserimenti senza mostrare segni particolari di indebolimento. Invece di impiegare una chiave per staccare dall'automobile l'antenna, quest'ultima viene semplicemente fatta scorrere di lato e rimossa.

Il collegamento piatto fra il radiatore e la piastra di montaggio consente al segnale radio di attraversare i due elementi, senza la filettatura di una vite che può raccogliere acqua e corrodere il collegamento.

Quando si lava un'automobile o la si guida in cattive condizioni climatiche, l'acqua, spesso inquinata, penetra nel giunto del radiatore/montaggio facendo accelerare il processo di ossidazione. Questa è la causa più comune dei problemi di ricezione difettosa e di intermodulazione. Con l'antenna Clic non c'è un collegamento metallo con metallo, dove si può verificare la corrosione. Pochi utenti pensano all'antenna come una causa di disturbo e si lamentano invece presso l'amministrazione telefonica o i fabbricanti di apparecchi.

A differenza di altre antenne installate su cristallo, il ricevitore sottostante è sorprendentemente sottile e l'impedenza da 50 ohm dell'antenna elimina la necessità di ridurre il segnale normale da 400 ohm in un convertitore ingombrante. Questo accorgimento, unito al montaggio incapsulato e saldato dal radiatore, rende le perdite di segnale sorprendentemente minuscole.

L'antenna Clic è disponibile in due tipi: una versione a quarto di onda o un radiatore esteso, collineare, con specifica da +3dB. Quest'ultimo è dotato di una spirale, attaccata ai due terzi superiori, che riduce il brusio indotto dal vento, spesso amplificato dalla risonanza del lunotto o del parabrezza dell'automobile. Entrambe le versioni sono disponibili nella gamma da 825 a 960 MHz e sono compatibili con tutti i sistemi internazionali di telefonia mobile compresi NMT, AMPS, TACS e ETACS. Anche il nuovo sistema GSM funziona perfettamente con la nuova antenna.

(4087)

ATTIVITÀ INTERNAZIONALE nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva

a cura di R. CAPRA

ORGANISMI DI NORMALIZZAZIONE

In questo numero desideriamo tracciare una panoramica, che però non ha la pretesa di essere esaustiva, sui vari organismi di normalizzazione operanti nell'ambito della diffusione radiotelevisiva.

Lo studio di sistemi di codifica numerica dei segnali è un aspetto particolarmente significativo della ricerca tecnica e delle sperimentazioni attualmente in atto. Esistono numerosi organismi di normalizzazione interessati a tali sistemi.

Schematicamente si possono distinguere in organismi di normalizzazione facenti capo all'UIT ed in altri di caratterizzazione internazionale (ISO IEC, ed in particolare il gruppo MPEG) o europea (ETSI), in progetti europei (RACE e Eureka) e in progetti nazionali.

UIT: CCIR, CCITT e CMTT

Dell'**UIT** (Unione Internazionale delle Telecomunicazioni) o **ITU** fanno parte le amministrazioni dei vari paesi e ad esso fanno capo il **CCIR** (Comitato Consultivo Internazionale delle Radiocomunicazioni) ed il **CCITT** (Comitato Consultivo Internazionale Telegrafico e Telefonico): il primo si interessa di propagazione e radiodiffusione, il secondo dei sistemi di telefonia, videotelefonia e trasmissioni dati.

L'interesse di chi studia il Trattamento Numerico dei Segnali è particolarmente incentrato sulle attività delle commissioni di studio (in inglese Study Group) **SG 10** (servizi di radiodiffusione: sonoro) e **SG 11** (servizi di radiodiffusione: televisione) del CCIR e sull'attività del **CMTT** (Comitato Misto CCIR/CCITT per la Trasmissione Televisiva e sonora).

Le commissioni sono organizzate in Gruppi di Lavoro **WP** (Working Party) e in Gruppi **TG** (Task Group).

Per quanto riguarda il CCITT le attività delle commissioni **XV** (sistemi di trasmissione) e **XVIII** (reti numeriche) hanno una certa rilevanza poiché si occupano di reti numeriche integrate di servizi **ISDN** (Integrated Service Digital Network), anche a larga banda **B-ISDN**, e tali reti sono utilizzabili per trasportare e distribuire i segnali video ed audio numerici. La struttura dei dati può essere sincrona, ovvero il canale di trasmissione assegnato ad un servizio ha una capacità fissa, oppure asincrona: **ATM** (Modo Asincrono di Trasmissione), i dati sono organizzati in **celle** costituite da **ottetti** (otto bit).

ISO e IEC (MPEG)

L'**IEC** (Comitato Elettrotecnico Internazionale) si occupa di normalizzazione di apparati elettrici ed elettronici.

L'**ISO** (Organizzazione Internazionale per gli Standard) si occupa di normalizzare quasi tutto il resto.

La struttura dell'ISO è estremamente complessa ed articolata; di esso fanno parte 164 comitati tecnici organizzati in 645 sottocomitati e 1556 gruppi di lavoro.

Interessante per la codifica numerica dei segnali è un comitato tecnico congiunto ISO/IEC, il **JTC1**, ed in particolare il sottocomitato **SC29** che si occupa di tecniche multimediali e che si suddivide a sua volta in quattro gruppi di esperti: JBIG, JPEG, MHEG e MPEG.

MPEG è guidato da un *Convenor* ed è organizzato nei gruppi: Requisiti, Video, Audio, Sistema, Realizzazione, Test, Memorizzazione su supporto numerico (DSM). In pratica MPEG si propone di normalizzare un sistema di codifica e di multiplazione dei segnali audio e video adatto per applicazioni multimediali e che, essendo *generico*, possa trovare impiego per la distribuzione di programmi audio e video per mezzo di una ampia gamma di mezzi (fibra ottica, cavo, diffusione terrestre e da satellite, registrazione su nastro e su disco ottico).

Il programma è estremamente ambizioso e dovrebbe realizzarsi in un breve tempo. Nel mese di marzo 1993 vengono definiti la *sintassi* ed il *profilo principale* relativi al sistema di codifica video; a luglio, le specifiche del sistema (multiplex), della codifica video e di quella audio. A novembre si avranno i CD (ovvero *Commitee Draft* o Bozza del Comitato); a marzo '94 i DIS (*Draft International Standard* o Bozza di Norma Internazionale) ed infine a novembre '94 gli IS (*International Standard* o Norma Internazionale).

Questi tempi sono estremamente rapidi se confrontati con quelli normalmente previsti da enti di normativa quali CCIR e CCITT, ed il risultato previsto è una norma su cui si dovrebbero basare tutti i sistemi televisivi numerici del futuro.

In una precedente fase, denominata *MPEG/1*, è stato definito un sistema adatto alla codifica di un segnale video di qualità ridotta utilizzando un bit-rate di 1,2-1,5 Mbit/s.

La fase attuale, *MPEG-2*, dovrebbe consentire la codifica di un segnale video a definizione convenzionale con bit-rate comprese fra 4 e 15 Mbit/s, a seconda del livello qualitativo richiesto. Il sistema dovrebbe permettere anche, in un secondo tempo, la codifica di segnali HDTV, garantendo anche la codifica multilivello. Il gruppo di esperti procede, grazie alla valutazione di risultati di ottimizzazioni successive basate su simulazione a calcolatore e denominati *core experiments*, alla definizione delle specifiche temporanee del sistema (codifica e multiplex) indicate come *Test Model* (TM); a seguito della riunione presso il Ministero delle Poste e Telecomunicazioni, a Roma (dal 25 al 29 gennaio 1993) si è giunti alla definizione del TM 4.

ETSI e CENELEC

A livello europeo vi sono due organismi di normalizzazione per i sistemi di telecomunicazione (**ETSI** o Istituto Europeo per la Standardizzazione delle Telecomunicazioni) e per gli apparati televisivi (**CENELEC**).

Importante è l'attività del comitato tecnico congiunto (**JTC**) **ETSI-UER** che si occupa di coordinare l'attività dell'ETSI con quella dell'UER per quanto riguarda le norme relative alla diffusione. Molto spesso queste norme corrispondono a raccomandazioni CCIR, ma in genere sono più dettagliate e sono vincolanti per le industrie europee.

Un comitato tecnico dell'ETSI, interessante per il trattamento numerico dei segnali è **TC NA** (aspetti di rete) ed in particolare il gruppo **NA5/VCM** (TNews 1) che si occupa di codifica video.

Progetti Europei

Esistono numerosi progetti europei che si occupano di codifica e trasmissione di segnali televisivi (TV e HDTV). Si traccia

qui una panoramica dei progetti che si occupano di codifica e distribuzione di segnali televisivi.

Progetti RACE

Alcuni di questo progetti sono finanziati direttamente dalla Comunità Economica Europea e fra questi si annoverano i progetti europei sulle tecnologie avanzate per comunicazioni **RACE** (*Research in Advanced Communications technologies in Europe*).

Il progetto **R 1018 HIVITS** (TNews 2) è ormai concluso, ma è stato uno dei precursori nello studio e realizzazione di sistemi di codifica e trasmissione numerica per applicazioni varie, dalla videotelefonia alla trasmissione HDTV.

Il progetto **R 2075 HD-SAT** ha lo scopo di definire un sistema di codifica e di modulazione per applicazioni HDTV, a mezzo satellite e reti via cavo. Il sistema dovrebbe supportare l'alta definizione a larga banda W-HDTV per ottenere la diffusione di un segnale di qualità prossima a quella di studio usando satelliti operanti nella banda Ka (20-30 GHz). Tale banda è stata assegnata dalla conferenza di pianificazione mondiale WARC '92 al servizio di diffusione via satellite (BBS) della HDTV numerica. Viene inoltre considerata la compatibilità e la possibilità di interconnessione con le infrastrutture terrestri (cavo e reti ATM). Il 24 febbraio scorso, presso il Centro Ricerche RAI, si è avuta una prima dimostrazione di trasmissione via satellite basata sul codec EU 256 della Telettra operante a 70 Mbit/s. Una seconda dimostrazione di trasmissione via cavo si terrà presso il CCETT in Francia nel prossimo novembre.

Il progetto **R 2064 Flash-TV** ha lo scopo di fornire alle aziende di radiodiffusione, alle agenzie di notizie ed agli operatori di telecomunicazioni un sistema per satelliti flessibile ed avanzato per trasmettere un segnale video di alta qualità, prossimo a quello per reti contributo, con bit-rate da 34 a 70 Mbit/s.

Il progetto **R 2082 dTTb** intende definire un sistema di diffusione terrestre di televisione numerica.

Progetti Esprit

I progetti **Esprit** (Programma di Ricerca Specifica e di Sviluppo Tecnologico nel campo delle Tecnologie dell'Informazione), sono finanziati dalla CEE e devono includere almeno due partner indipendenti ed appartenenti a stati differenti. Vi sono sette domini d'interesse per i progetti Esprit ed in particolare il quarto dominio (sistemi per applicazioni commerciali avanzate e di tipo domestico-periferiche) comprende progetti relativi ad applicazioni multimediali, incluse la diffusione di immagini e segnali video.

Rilevanza ha avuto il progetto **2102 COMIS**, ormai concluso, per definire la norma per la codifica di immagini in movimento su supporti di memorizzazione numerici.

È possibile che nella prossima fase, 1993-94, vengano individuati altri progetti per la definizione di *workstation* multimediali in grado di elaborare immagini ad elevata definizione.

Progetti Eureka

I progetti **Eureka** non sono finanziati direttamente dalla CEE, ma dai singoli stati europei che ne decidono la partecipazione.

EU 95 è il progetto che ha definito il sistema HD-MAC, per la diffusione da satellite del segnale ad alta definizione compatibile con il formato MAC, in cui il video, a componenti, è analogico mentre l'audio è numerico. Nell'ambito di questo progetto sono stati anche sviluppati apparati da studio secondo la norma europea a 1250 righe e 50 Hz.

EU 256 è ormai terminato, ma ha consentito lo sviluppo dei co-decodificatori per segnali video numerici a componenti, per la trasmissione con qualità contributo a 34-45 Mbit/s, contribuendo alla definizione della raccomandazione 723 del CCIR e della corrispondente norma ETS 300 174 dell'ETSI. Sono stati inoltre sviluppati i co-decodificatori per segnali HDTV utilizzati nel corso dei Campionati Mondiali di Calcio «Italia '90» a 70 Mbit/s e, nella versione più recente a 45 Mbit/s, durante le Olimpiadi di Barcellona.

EU 625 VADIS (Sistemi Interattivi Numerici Video e Audio) è un progetto che si propone di coordinare l'attività europea nella definizione di un sistema di codifica e multiplazione audio e video per applicazioni multimediali. In pratica VADIS porta i contributi europei all'attività di normalizzazione di MPEG.

EU 775 TVMIX ha in programma lo sviluppo di un codec TV/HDTV per applicazioni broadcast, basato sulla norma ETSI/CCIR per la codifica a 34/45 Mbit per applicazioni contributo. È un progetto poco noto, composto da due soli partner, il cui capo progetto è la ditta svedese che ha costruito il codec per DIVINE.

EU 147 DAB (Diffusione Audio Numerica) ha definito un sistema per la diffusione di un multiplex di segnali audio numerici stereofonici caratterizzati da un'elevata qualità, comparabile con quella fornita dal *compact disc*, e adatta alla ricezione mobile.

Progetti nazionali

A livello di singolo paese europeo, o azienda, esistono numerosi progetti relativi alla TV.

HD-DIVINE è un progetto nato per dimostrare la fattibilità della diffusione terrestre della HDTV e consentirne la sua introduzione prima dell'anno 2000 nei paesi nordici (Svezia e Norvegia). Un codec HDTV è già stato dimostrato lo scorso anno, il nuovo codec, migliorato, è in grado di codificare un segnale HDTV oppure 4 segnali TV. È previsto per la metà del prossimo anno un codec basato su un profilo MPEG-2 ed un modem COFDM con codifica Trellis.

SPECTRE (*Special Purpose Extra Channels for Terrestrial Radiocommunication Enhancements*) è un progetto dell'ITC (Independent Television Commission) britannico sviluppato sotto contratto dalla NTL (National Trans-communication Ltd). È stato uno dei primi progetti a studiare e realizzare dimostratori e ad effettuare prove in campo per la diffusione TV terrestre usando la modulazione OFDM.

HDTV-T (diffusione terrestre della HDTV numerica) è un progetto di numerose aziende ed enti di ricerca tedeschi. Si articola in quattro attività di lavoro: aspetti di sistema, compressione delle immagini, modulazione e hardware. Si ripromette di definire e dimostrare un sistema multilivello, riconfigurabile, caratterizzato da *graceful degradation* e potenzialmente utilizzabile in una rete a singola frequenza.

STERNE (Sistema di TElevisione in Radiodiffusione NumErica) è un progetto del CCETT, il centro di ricerca francese a Rennes, che si propone di definire e realizzare un prototipo per la diffusione in un canale da 8 MHz della televisione numerica, basato sul sistema di modulazione COFDM, lo stesso adottato per la diffusione dell'audio numerico da EU 147. Il progetto ha portato nel 1992 allo sviluppo di un dimostratore per la diffusione di un programma TV per mezzi mobili. A metà del 1993 un secondo dimostratore dovrebbe consentire la diffusione di due programmi TV, con la qualità MPEG-1.

DIAMOND è un progetto della Thomson francese che ha sviluppato prototipi di apparati per la trasmissione su canale terrestre di segnali TV numerici: due flussi a 34 Mbit/s possono essere trasmessi mediante l'uso di due segnali con polarizzazione incrociata ed utilizzando modulazioni di tipo OFDM.

VIDINET (HDTV numerica, terrestre, via cavo e per satellite) è un progetto delle Poste-Telecom tedesche per coordinare internamente gli studi su MPEG-1 e 2, sui sistemi multilivello e sulle modulazioni (COFDM, QAM, QPSK) con lo scopo di

realizzare una rete sperimentale singola frequenza (5 trasmettitori) entro il 1993.

ELG

Il forte appoggio della CEE allo sviluppo dei sistemi MAC e HD-MAC, sviluppati nell'ambito di EU 95 per consentire la diffusione da satellite di segnali TV a qualità migliorata ed ad alta definizione in modo compatibile, ha frenato le attività di studio e le proposte dei sistemi numerici.

Nonostante ciò, diversi progetti nazionali, ad esempio DIVINE nei paesi nordici, sono nati proprio con lo scopo di dimostrare i vantaggi dei sistemi numerici.

Quando non è stato più possibile né contrastare, né ignorare queste attività, i progetti relativi alla codifica ed allo studio dei sistemi di modulazione adatti per la diffusione di segnali TV e HDTV numerici erano innumerevoli, come si evidenzia da quanto precedentemente scritto, e non coordinati fra loro.

Con lo scopo dichiarato di coordinare tutte queste attività è così nato il gruppo di lancio europeo (**ELG**, *European Launching Group*) ed il suo braccio secolare, di tipo tecnico, denominato gruppo di lavoro sulla diffusione televisiva numerica (**WGDTB**, *Working Group on Digital Television Broadcasting*).

Del gruppo di lancio fanno parte l'industria (Grundig, Nokia, Philips e Thomson), gli enti di radiodiffusione (UER, ARD, ZDF, BBC, ITC, SVT, RETEVISION e RAI), i Telecom di Germania e Francia, le Amministrazioni di Germania, Inghilterra, Francia, Olanda e Italia.

Il gruppo di lavoro WGDTB ha prodotto un rapporto tecnico per indirizzare gli studi dei vari gruppi europei e nazionali al fine di definire un sistema comune per i vari mezzi di trasmissione (terrestre, satellite e cavo). Quattro livelli di qualità sono stati definiti per la ricezione: HDTV (alta definizione), EDTV (definizione migliorata), SDTV (qualità convenzionale, analoga a quella offerta dagli attuali sistemi analogici), LDTV (qualità ridotta, analoga a quella VHS, dei videoregistratori domestici attuali). I ricevitori previsti sono: a grande schermo, di dimensioni medie, portatili e del tipo *watch-man*. Tre tipi di condizione di ricezione sono stati individuali: fissa (antenna sul tetto o a disco oppure cavo), portatili con antenna incorporata, ricezione mobile (ad esempio, per automobili).

Particolare attenzione è riservata alla diffusione terrestre, poiché presenta i maggiori problemi in termini di fattore di compressione (sono disponibili meno di 30 Mbit/s per offrire la qualità HDTV in un canale di 7,5 MHz) e di modulazione, per garantire una buona ricezione anche in presenza di riflessioni provocate da percorsi multipli.

Il sistema numerico può, e deve, offrire una qualità superiore a quella offerta dai sistemi analogici. L'obiettivo indicato dal WGDTB per la televisione numerica, è un sistema multilivello (possibilmente dalla HDTV fino alla LDTV), riconfigurabile in base alle esigenze di servizio e caratterizzato da *graceful degradation*, ovvero la ricezione deve essere garantita anche in zone marginali e in presenza di distorsioni, anche se a livelli di qualità via via inferiori, in modo simile a ciò che accade attualmente, nel caso dei sistemi analogici.

(4077)

SEMINARIO EUROPEO SUI PROGETTI DI TELEVISIONE NUMERICA (ESDT), PRESSO L'UER

Ginevra, 15 e 16 Febbraio 1993

Lo scopo del seminario era quello di fornire una panoramica delle attività di normalizzazione e dei progetti europei sulla televisione numerica.

Il seminario si è rivelato, come prevedibile, un'occasione per evidenziare l'attività trainante di MPEG e VADIS per definire il sistema di codifica e di multiplazione.

Gli interessi ed i tempi possono essere diversi per i vari protagonisti, ma è evidente che i ritmi di MPEG e il fine *generico*, e quindi omnicomprensivo, del sistema in corso di definizione influenzano i programmi di tutti gli enti coinvolti.

Gli enti di radiodiffusione pubblici, in Europa come negli Stati Uniti, sono preoccupati per gli investimenti necessari per produrre e distribuire i programmi TV e HDTV sotto forma numerica. Il sistema di distribuzione dovrebbe consentire, a costi contenuti, una elevata qualità dei segnali riprodotti presso l'utente e un'ampia area di servizio, in modo da favorire una veloce penetrazione del nuovo servizio, quando ne verrà decisa l'introduzione.

I gestori delle reti di distribuzione, telecom, pubblici e privati normalmente privilegiano il numero di programmi e di servizi distribuibili rispetto alla qualità dell'immagine riproducibile.

Le industrie vedono con favore l'introduzione di un nuovo sistema TV che favorisca il rinnovo del parco dei ricevitori. La semplicità realizzativa ed il basso costo sono gli elementi fondamentali. Quello definito da MPEG è un sistema piuttosto complesso, ma si spera che il decodificatore per il profilo principale (*main profile*) possa essere basato un singolo circuito integrato, anche se ad elevata integrazione. Il sistema MPEG, in quanto *generico*, dovrebbe trovare impiego in numerosi prodotti, anche di tipo consumer. Ad esempio, la memorizzazione di immagini in movimento su disco ottico apre nuove possibilità, anche per applicazioni multimediali ed interattive.

Alcuni operatori privati, gestori di sistemi di distribuzione via satellite (ad esempio ASTRA) oppure via cavo, forse intravvedono nei sistemi numerici la possibilità di sfruttare maggiormente i canali disponibili e di distribuire un numero più elevato di programmi, soprattutto film, eventualmente criptati. Ovviamente tali operatori sono scarsamente vincolati dalla necessità di soddisfare le norme internazionali e di garantire la compatibilità con i servizi preesistenti. Il loro bacino di utenza può essere sovranazionale e, soprattutto, basato sulle nazioni più ricche dell'Europa centrale (Germania e Francia).

Nel corso del seminario sono state illustrate le attività degli enti di normativa e dei progetti RACE, Eureka e a carattere nazionale di cui si è scritto nelle pagine precedenti.

La RAI, ed in particolare il suo Centro Ricerche, sono stati nominati più volte in quanto partner di quasi tutti i progetti europei; in particolare è stata citata l'attività in seno al CMTT/2; sono stati ampiamente riportati i risultati dello studio sulla diffusione di servizi televisivi numerici da satellite svolto sotto contratto ESA; è stata illustrata la dimostrazione di diffusione HDTV via satellite organizzata nell'ambito del progetto HD-SAT, presso il Centro Ricerche RAI il 24 febbraio 1993.

(4078)

TREDICESIMA RIUNIONE DEL GRUPPO UER V3, CCETT

Rennes, 28 - 29 Gennaio 1993

Il Gruppo UER V3 si occupa di audio numerico.

Il primo punto dell'agenda riguardava la revisione dello status del V3/ABR, che è stato promosso da Gruppo AD Hoc a Sottogruppo.

Il mandato del V3/ABR, che si occupa di tecniche di codifica numerica del segnale audio, è stato aggiornato in modo da includere la valutazione di tecniche di codifica per segnali multicanale, la definizione di metodi di misura della qualità dei segnali codificati, la definizione dei requisiti dei sistemi per applicazioni broadcast, la definizione di interfacce necessarie al collegamento di apparecchiature ed il supporto all'industria nello sviluppo di apparati.

Si è quindi passati ad esaminare l'attività dei gruppi, facenti parte di altri organismi internazionali, il cui lavoro è correlato a quello del V3. Fra questi citiamo: il TG 10/2 del CCIR (raccomandazione su sistemi di codifica stereofonici per applicazioni broadcast), ISO/MPEG (sviluppo di sistemi per codifica multicanale) EUREKA 147 (radiofonia digitale DAB), ETSI/JTC (applicazioni su reti ISDN) ed Gruppo di Lancio (ELG) per i nuovi sistemi televisivi numerici terrestri.

È stato deciso di inviare una lettera al Gruppo di Lancio per proporre alcune modifiche al Rapporto, relative ai requisiti dei servizi audio che dovranno essere inclusi nei nuovi sistemi televisivi. In particolare si chiede che nei sistemi HDTV e EDTV, venga riservato all'audio un bit-rate di 2 × 384 kbit/s, sufficiente a trasportare 5 canali musicali più altri servizi addizionali e sino a 6 canali vocali. I sistemi SDTV devono, invece, fornire almeno un canale musicale stereo e 3 canali vocali in un multiplex da 384 kbit/s. Infine, i sistemi LDTV devono mettere a disposizione un canale stereo a qualità non inferiore al NICAM, ad un bit-rate di 192 kbit/s.

La prossima riunione si terrà nel gennaio 1994, in luogo ancora da definire.

(4079)

CONFERENZA EUTELTRACS

Telespazio del gruppo IRI/ STET, firmatario di Eutelsat è l'operatore di servizio che, in base ad un accordo stipulato con la società ALCATEL è il fornitore nazionale di EUTELTRACS, il servizio mobile terreste che permette, via satellite, di determinare la posizione dei mezzi mobili e lo scambio di messaggi.

TELESPAZIO, che il 24 Dicembre 1992 ha firmato una convenzione con Eutelsat per l'affitto di un segmento spaziale, è responsabile della gestione operativa del Centro Nazionale di Gestione della rete Euteltracs presso la stazione terrena del Lario (Como). Esso provvede alla promozione e commercializzazione sul territorio italiano dei terminali mobili Alcatel e all'assistenza tecnica. Sul sistema EUTELTRACS, Telespazio ha iniziato da Giugno a fornire il servizio.

EUTELSAT: fornitore del segmento spaziale e il più importante operatore satellitare Europeo. Fornisce servizi per comunicazioni nei campi più disparati, quali la telefonia, telex e fax; un importante campo di applicazione è la trasmissione radiofonica e televisiva. Il servizio EUTELTRACS si avvale di due satelliti EUTELSAT per le trasmissioni tra le Sedi centrali ed i mezzi mobili e per il servizio di telerilevamento. Uno viene utilizzato per l'invio di messaggi in entrambe le direzioni e per il posizionamento, l'altro, a opportuna distanza dal precedente, viene usato esclusivamente per le informazioni relative al posizionamento. Creato nel 1977, EUTELSAT comprende ben 31 Paesi Membri; l'Italia, attraverso TELESPAZIO, gruppo IRI-STET, è azionista al 7,25%. La flotta satellitare EUTELSAT è la più imponente in Europa ed assicura una copertura totale 24 ore su 24.

Il servizio Euteltracs beneficia dei servizi e della competenza tecnica di ALCATEL-QUALCOMM; la società ALCATEL TELETTRA darà in Italia il supporto di software applicativo supplementare e seguirà l'assistenza. ALCATEL fornisce per l'Europa: i terminali mobili sul veicolo, il software, le licenze, l'assistenza tecnica.

In Italia tutti questi servizi vengono forniti da Alcatel Telettra che si occupa della commercializzazione, della distribuzione e del supporto tecnico per il sistema EUTELTRACS. Il servizio EUTELTRACS, grazie ai sopra menzionati satelliti Eutelsat, offre una copertura territoriale che, oltre all'intero continente Europeo, soddisfa anche parte del Nord Africa e del medio Oriente.

Funzionamento del sistema

EUTELTRACS permette lo scambio di messaggi tra le aziende ed i camion. I mezzi mobili possiedono un terminale da cui trasmettono ai satelliti; da questi, poi, i messaggi vengono inviati ad una stazione di terra che, via cavo, è collegata con le aziende fornite di terminale (un PC dotato di un semplice Modem). Si possono trasmettere messaggi telex tra mezzo mobile ed il terminale d'utente in azienda. I terminali EUTELTRACS, installati a bordo dei veicoli emettono dei segnali distinti in direzione dei due satelliti Eutelsat che permettono, oltre allo scambio di informazioni, l'individuazione del mezzo con un'approssimazione di 300 m circa. Il terminale in dotazione al mezzo mobile può immagazzinare in memoria sino a 100 messaggi standard da trasmettere, in caso di necessità, con notevole risparmio di tempo.

Applicazioni

Le applicazioni per il trasporto su gomma sono svariate. Innanzi tutto, mediante questo sistema è possibile:

1. localizzare l'intero parco macchine su tutto il territorio coperto dai due satelliti ad ogni ora del giorno;
2. trasmettere mediante comunicazione scritta informazioni sul percorso e su eventuali variazioni di rotta;
3. fornire indicazioni al trasportatore per reperire carichi supplementari;
4. ridurre al minimo i ritorni a vuoto - che attualmente si aggirano intorno al 45% - ed i tempi di carico e scarico;
5. fornire dati su eventuali emergenze (anticipi, ritardi, problemi di vario genere alle frontiere, situazioni del traffico, guasti, ecc.).

Applicazioni speciali

Oltre ai servizi sopra menzionati i terminali Euteltracs sono estremamente utili per servizi specifici o particolari quali:

a) porta valori;
b) trasporto di carichi pericolosi / munizioni;
c) trasporto di carichi eccezionali;
d) trasporto di beni deperibili;
e) trasporto di fiori;
f) vigili del fuoco, polizia, missioni di soccorso.

Il servizio permette, inoltre, un controllo dei mezzi estremamente importante per la loro sicurezza.

È importante ricordare che la localizzazione del mezzo è automatica ed istantanea e non necessita di alcun intervento da parte del conducente. Allo stesso tempo è necessario sapere che anche l'autista può mandare dei messaggi per problemi contingenti quali per esempio un indirizzo sbagliato o difficile da reperire od un guasto al mezzo. Può avere, pertanto, un contatto permanente con l'Azienda e prendere subito, dopo essersi consultato con i responsabili, le decisioni più adatte al caso.

Company Benefits

Utilizzando questo servizio l'azienda è in grado di risparmiare tempo, di procedere ad una pianificazione flessibile delle sue attività, di avere una risposta immediata in caso di emergenza, di assicurare una qualità del servizio impensabile fino a poco tempo fa, di avere un costante controllo dei suoi mezzi e di incrementare al massimo la sicurezza.

Drive Benefits

Per quanto riguarda il conducente, il sistema Euteltracs gli permette di risparmiare tempo, di sentirsi meno isolato, e più

sicuro di fronte ad improvvise difficoltà e, anche, più coinvolto nell'azienda e nei suoi problemi dato che, comunicando in tempo reale, può fornire direttamente indicazioni utili. Non dobbiamo, inoltre, dimenticare che il sistema è estremamente semplice da usare.

Terminale mobile (MTC)

L'unità mobile montata sull'automezzo è costituita dalle seguenti parti:

Outdoor Unit

Contiene il ricevitore e il trasmettitore. Usa un'antenna con un sistema di puntamento del satellite di tipo meccanico; una volta ricevuto e acquisito il segnale dal satellite il sistema si mette in comunicazione con la stazione HUB che controlla l'accesso al satellite e dove ogni MTC è registrato. L'outdoor unit comprende, oltre all'antenna, un amplificatore di potenza, un low noise amplifier, un up/ down converter.

Le sue dimensioni sono 27 cm di diametro × 11 cm. Il suo peso è di 5 kg.

Indoor Unit

Essa è costituita da un modem e dal codec. A tale unità è possibile collegare altri componenti addizionali.

Display e tastiera

Lo schermo e la tastiera alfa-numerica permettono di visualizzare i messaggi e impostare quelli in trasmissione.

Questi elementi possiedono:

— accensione di elemento luminoso e suono per l'attesa del messaggio;
— possibilità di variare la luminosità, il contrasto e il volume. La tastiera possiede diversi tasti funzione che si possono preprogrammare. Il display è a quattro linee di 40 caratteri. Le dimensioni sono di 28×19×8,5 cm. Il peso è di 1 kg.

L'outdoor unit è collegata con la COMMUNICATION UNIT che è predisposta per il calcolo della posizione, la correzione di errore, la sincronizzazione, la modulazione e la codifica. Essa, inoltre possiede la display unit e l'interfaccia RS232.

Le dimensioni sono di 32×23×11 cm. Il peso è di 7,3 kg.

Funziona con 12 o 24 volt. Oltre al terminale mobile, naturalmente, il servizio viene effettuato utilizzando il

Terminale d'utente

Esso è collegato al (SNMC) Service Provider's Network Management Centre e permette all'utente di ricevere i messaggi e di inviarli e di accedere alle informazioni sulla posizione dei mezzi mobili.

Il terminale d'utente è costituito da un personal computer IBM compatibile su cui è installato un software di gestione denominato QTRACS.

Esso può:

— inviare e ricevere 62 messaggi preimpostati con una gestione a macro, o un numero illimitato di messaggi ad ogni singolo veicolo o a gruppi, con un massimo di 1900 caratteri per messaggio;
— mutare e trasmettere le caratteristiche dei messaggi preimpostati sia per il conducente che per l'utente;
— confermare automaticamente il messaggio con la data e l'orario di ricevimento da parte del MCT;
— dare la conferma automatica con la data e l'ora in cui il conducente verifica il messaggio o rispondere ad una precisa richiesta in tal senso da parte dell'utente;
— notificare immediatamente i messaggi d'urgenza.

Il software, inoltre, possiede una protezione per mezzo di password per messaggi con informazioni riservate.

La stazione HUB

La sua principale funzione è quella di processare, controllare e monitorare i messaggi e le funzioni tra l'SNMC e i terminali mobili. Provvede anche a tutte le funzioni di controllo per l'accesso al satellite in entrambe le direzioni.

Essa consiste di:

— un'antenna primaria per trasmettere e ricevere i messaggi via satellite;
— un'antenna secontaria per inviare una portante sincronizzata con il segnale di messaggio trasmesso;
— apparati di frequenza intermedia e banda base per processare e scambiare messaggi;
— un HUB network management computer (HNNC) che gestisce, in aggiunta ai sistemi installati presso gli SNMC, tutte le funzioni di gestione e controllo della rete.

Oltre a questi dispositivi fondamentali, il sistema dispone di una grande varietà di elementi che concorrono a rendere più agevole ed accessibile a tutti l'intero apparato, quali l'interfaccia mouse per facilitare le operazioni, i data base dei veicoli e storico della posizione ed un sistema estremamente efficace di localizzazione dei veicoli in una mappa a schermo.

Tutto questo può agire sul problema della sicurezza, divenuto ultimamente così importante nel campo dei trasporti. Una recente inchiesta ha stabilito che in Italia ogni ora del giorno, per tutti i giorni dell'anno, scompare un camion con il suo carico, per un danno complessivo di duemila miliardi l'anno. Soltanto la metà dei mezzi, inoltre, viene ritrovata, naturalmente vuota.

Secondo dati della Criminalpol, negli ultimi sei anni, i furti sono aumentati del 104%. Di conseguenza ci sono camionisti che rifiutano di consegnare il carico in certe zone «a rischio» e alcune compagnie di assicurazione negano l'assistenza soprattutto per i carichi deperibili, dato che per furti e rapine si calcola che le compagnie subiscano annualmente danni di 200 miliardi l'anno. In alcune zone gli autotrasportatori si sono organizzati per viaggiare in colonna e, in altre, pretendono una scorta armata di guardie private.

In questo contesto appare chiaro che un sistema che permetta una continua ed accurata localizzazione dei veicoli sia particolarmente utile. Il software di gestione, infatti, permette di:

1. verificare la posizione del veicolo dando la distanza in miglia o in chilometri e la direzione per la più vicina città, oltre che disegnare su una mappa stradale europea con inclusi i paesi dell'Est;
2. mostrare in qualsiasi momento la distanza approssimata di un mezzo selezionato da ogni città precedentemente impostata;
3. mostrare quali veicoli ci sono, nell'ambito di una distanza reciproca;
5. espandere la zona interessata;
6. inserire altre posizioni ed evidenziarle.

Un dato interessante per l'italia è che il trasporto su gomma, nel 1991, ha viaggiato per il 78%, mentre solo il 13% del totale si è servito delle Ferrovie e il resto ha scelto la via aerea e marittima.

Tabella dati trasporto Europa

Il servizio Euteltracs in Europa è già in funzione in Olanda, Danimarca, Paesi Scandinavi e Germania. In Italia le città di Bologna, Padova, Verona e Parma si stanno dotando di strutture adatte mediante Telespazio.

L'estensione del mercato è di 500.000 veicoli. La previsione per il 1995 è per la dotazione del sistema Euteltracs su 40-50.000 mezzi. (4082)